



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS:

Determinación del Tiempo Estándar para mejorar la
Productividad del Proceso de Mantenimiento - PM1, de la
“Empresa Automotriz Andina ” S.A., Cusco 2021

Línea de investigación:

Gestión de producción

Presentado por:

Bach. Alessandra Tapia Mamani.

Bach. Heidy Katerine Cajigas Contreras.

Para optar al Título Profesional:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Mg. Ing. Jesús Blanco Velasco

CUSCO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Pepe y Lorenza, quienes me apoyaron en todo el transcurso de mi carrera profesional, gracias a ellos pude culminar mis estudios satisfactoriamente. De igual manera agradezco a mi familia, mi amado esposo H.Carlos y mi querida hija Victoria Isabella, quienes son mi soporte y fuerza en todo momento. Gracias por todo su amor y apoyo incondicional, siempre estare agradecida.

Alessandra Tapia Mamani

Dedico este trabajo a Dios, por sus bendiciones en mi vida cotidiana para mantener mi fe muy en alto y alcanzar mi objetivo de convertirme en una excelente profesional Ingeniera Industrial.

A señores padres, quienes han sabido educarme, forjarme y darme una mejor vida con sus motivaciones permanentes para lograr mi titulo profesional.

Heidy katerine Cajigas Contreras



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por sus infinitas bendiciones y bondades, por permitirnos desarrollar este trabajo de investigación que cierra un ciclo importante en nuestras vidas.

Agradecemos a nuestras familias, por recibir siempre su apoyo incondicional, brindándonos su amor, el esfuerzo y sus sacrificios permanentes hasta de sus horas de descanso para formarnos en las personas que hoy somos.

Agradecemos a nuestro “Asesor de Tesis” por orientarnos con paciencia y su cúmulo de experiencia profesional durante todo el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

Alessandra Tapia y Heidi Cajigas.



RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo principal determinar en que medida el Tiempo Estándar mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina.” S.A, siguiendo una metodología de enfoque cuantitativo (tipo aplicada, nivel descriptiva y de diseño pre-experimental).

Se utilizaron las técnicas de la observación directa y un análisis documental, aplicandose a una población de 20 trabajadores del área de mantenimiento de la “Empresa Automotriz Andina” S.A. y como resultado se obtuvo que el tiempo estándar inicial fue de 257 min por servicio PM1, con una capacidad de eficiencia enfocada al 55.91%, la eficacia se porcentualizo al 61.78% y la productividad inicial fue del 34.56%.

Para lograr el objetivo principal de mejorar la productividad, se procedio con la aplicación de un plan de mejora que consta de los siguientes: análisis de las actividades del proceso de mantenimiento, diagrama de recorrido, determinación del Tiempo Estándar nuevo, diagrama de operaciones y diagrama de análisis de procesos. Desde el punto de vista de cuadros comparativos de ambos procesos se obtuvo, que el Tiempo Estándar disminuyó a 170.8 min por servicio PM1, la eficiencia a 69.32%, la eficacia a 93.75% y la productividad final a 65.03%,

En conclusión según el análisis realizado existe un incremento de 30.48% en la productividad, lo cual indica que la hipótesis de la determinación del Tiempo Estandar mejoró la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

Palabras clave: mantenimiento, productividad, tiempo estándar.



ABSTRACT

The main objective of this research is to determine to what extent the standard time improves the productivity of the PM1 maintenance process, of the company "Autrisa Automotriz Andina." S.A, following a quantitative approach methodology (applied type, descriptive level and preliminary design -experimental). The techniques of direct observation and documentary analysis were used, applied to a population of 20 workers in the maintenance area of the company "Autrisa Automotriz Andina" S.A., and as a result it was obtained that the initial standard time was 257 min per service. PM1, with an efficiency capacity focused on 55.91%, the efficiency was percentaged at 61.78% and the initial productivity was 34.56%.

To achieve the main objective of improving productivity, we proceeded with the application of an improvement plan consisting of the following: analysis of the activities of the maintenance process, route diagram, determination of the new standard time, operations diagram and diagram process analysis. From the point of view of comparative tables of both processes, it was obtained that the standard time decreased to 170.8 min per PM1 service, the efficiency to 69.32%, the effectiveness to 93.75% and the final productivity to 65.03%.

In conclusion, according to the analysis carried out, there is an increase of 30.48% in productivity, which indicates that the hypothesis of the determination of the standard time improved the productivity of the maintenance process PM1, of the automotive company "Andina S.A."

Keywords: maintenance, productivity, standard time.



INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada Determinación del Tiempo Estándar para mejorar la Productividad del Proceso de Mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”, Cusco, 2021, tiene como objetivo mejorar la productividad de la mano de obra en función a la determinación del Tiempo Estándar.

Vista la problemática presentada en la empresa, cuyas causas hacen referencia a la falta de Tiempos Estándar en las operaciones, por lo que se evidencia tiempos improductivos, se identificó un inadecuado método de trabajo y entre otras causas, conllevan situaciones negativas a la empresa y por ende una baja productividad. A esta problemática, como solución se pretende realizar un estudio de tiempos y métodos basado en el establecimiento del Tiempo Estándar a fin de mejorar la eficiencia y eficacia lo cual repercute en la mejora de la productividad.

El presente trabajo está estructurado en los siguientes capítulos: Capítulo I, “Planteamiento del Problema” donde se identifica los problemas esenciales de la Empresa Automotriz evidenciándose como por ejemplo: falta de organización de los instrumentos mecánicos y su inadecuado empleo, falta de materiales de herramientas complementarias para el stock de mantenimiento lo cual genera tiempos improductivos. Capítulo II “Marco Teórico”, en este capítulo se detalla los antecedentes existentes, a nivel internacional, nacional y local como base del estudio. También contiene aspectos teóricos de acuerdo a las variables de investigación como es el Tiempo Estándar y Productividad. Capítulo III empleo de la “Metodología”, como método para la investigación de enfoque cuantitativo, para el nivel descriptivo se utilizó el método Pre-experimental. Para la población y muestra se tomó el área de mantenimiento que cuenta con 20 trabajadores, y una muestra de 10 técnicos. el ingreso planificado de 3 unidades al día. Capítulo IV “Resultados”, se realizó un análisis de los datos obtenidos del Tiempo Estándar, la productividad y de acuerdo a los objetivos planteados. Capítulo V las “Discusiones de Resultados”, se enfocan sus resultados en las investigaciones encontradas.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	xix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del Problema.....	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....	8
1.2. Justificación de la Investigación.....	8
1.2.1. Conveniencia.....	9
1.2.2. Relevancia social.....	10
1.2.3. Valor teorico.....	10
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	11
2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual.....	11
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	11
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional	12
2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	13
	xii



2.2.	Aspectos teóricos pertinentes	14
2.2.1.	Estudio de tiempos	14
2.2.2.	Pasos para ejecutar un estudio de tiempos	14
2.2.3.	Tiempo estándar	17
2.2.4.	Procedimiento de trabajo.....	18
2.2.5.	Estudio de movimientos	18
2.2.6.	Productividad	19
2.3.	Hipótesis	20
2.3.1.	Hipótesis general	20
2.3.2.	Hipótesis específicas	20
2.4.	Definición de Variables	20
2.4.1.	Variable independiente: Tiempo estándar.....	20
2.4.2.	Variable dependiente: Productividad	21
2.4.3.	Cuadro de operacionalización de variables.....	23
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		25
3.1.	Metodología de la Investigación.....	25
3.1.1.	Tipo de investigación	25
3.1.2.	Enfoque de la investigación	25
3.1.3.	Nivel o alcance de la investigación	25
3.1.4.	Método de investigación	25
3.2.	Diseño de la Investigación.....	26
3.2.1.	Diseño metodológico.....	26
3.2.2.	Diseño de Ingeniería.....	26
3.3.	Población y Muestra.	27
3.3.1.	Población.....	27
3.3.2.	Muestra.....	27
3.4.	Técnicas e Instrumentos.	28



3.5.	Procedimientos de recolección de datos	29
3.6.	Procedimientos de análisis de datos	29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		30
4.1.	Funciones y Objetivos de la Empresa.....	30
4.1.1.	Razón Social.....	30
4.1.2.	Visión	30
4.1.3.	Misión.....	31
4.1.4.	Objetivos estratégicos	31
4.1.5.	Valores de la empresa	32
4.2.	Aspectos Organizacionales.....	32
4.2.1.	Directorio.	32
4.2.2.	Área de administración.....	33
4.2.3.	Estructura organizacional.....	34
4.2.4.	Área de Créditos y Cobranza – Recursos Humanos	35
4.2.5.	Área de Post Venta.....	35
4.2.6.	Taller de Operaciones.....	35
4.3.	Determinación del Tiempo Estándar Inicial.....	40
4.3.1.	Tiempos cronometrados	41
4.3.2.	Procedimientos de trabajo	55
4.3.3.	Análisis de las actividades del procedimiento de trabajo.....	64
4.4.	Determinación del tiempo estándar mejorado	67
4.4.1.	Tiempos cronometrados	68
4.4.2.	Procedimientos de trabajo del mantenimiento PM1.	82
4.5.	Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Eficiencia del Proceso de Mantenimiento PM1.	93
4.5.1.	Eficiencia inicial.....	93
4.5.2.	Eficiencia final	94



4.5.3. Variación de la eficiencia.....	95
4.5.4. Análisis de la hipótesis específica.....	97
4.6. Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Eficacia del Proceso de Mantenimiento PM1	99
4.6.1. Eficacia inicial.....	99
4.6.2. Eficacia final	100
4.6.3. Variación de la eficacia.....	101
4.6.4. Análisis de la hipótesis específica.....	103
4.7. Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Productividad del Proceso de Mantenimiento PM1	105
4.7.1. Productividad inicial	105
4.7.2. Productividad final	106
4.7.3. Variación de la productividad	107
4.7.4. Análisis de la hipótesis general	109
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
5.1. Hallazgos	111
5.1.1. Referido al Objetivo Estratégico 1: Eficiencia.....	111
5.1.2. Referido al Objetivo Estratégico 2: Eficacia.....	111
5.1.3. Referido al Objetivo General: Productividad.....	112
5.2. Limitaciones	112
5.3. Comparación.....	112
5.4. Posibles líneas de investigación	114
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS	118
ANEXOS.....	123



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas y subcausas del problema	5
Tabla 2. Frecuencia de Ocurrencias	6
Tabla 3. Suplementos y Tolerancia	17
Tabla 4. Operacionalización de variables	23
Tabla 5. Actividades desglosadas del DOP inicial.....	40
Tabla 6. Registro de Toma de Tiempos Inicial	42
Tabla 7. Cálculo de Número de Muestra Inicial	45
Tabla 8. Promedio Inicial de Tiempos Observados	48
Tabla 9. Suplementos y Tolerancia	51
Tabla 10. Cálculo del Tiempo Estándar Inicial.....	52
Tabla 11. Análisis de las Actividades del Proceso de Mantenimiento.....	64
Tabla 12. Actividades Finales del DOP final	68
Tabla 13. Registro de Toma de Tiempos Final	70
Tabla 14. Cálculo de Número de Muestras Final.....	74
Tabla 15. Promedio Final de Tiempos Observados	77
Tabla 16 Cálculo del Tiempo Estándar Mejorado	79
Tabla 17. Eficiencia Promedio Inicial.....	93
Tabla 18. Eficiencia Promedio Final.....	94
Tabla 19. Variación de la Eficiencia	95
Tabla 20. Análisis Estadístico Descriptivo de la Eficiencia.....	96
Tabla 21. Tipo de Comportamiento	97
Tabla 22. Prueba de Normalidad - Eficiencia	98
Tabla 23. Estadística de Muestras Emparejadas - Eficiencia.....	98
Tabla 24. Prueba de Muestras Emparejadas – Eficiencia	99
Tabla 25. Eficacia Promedio Inicial.....	100
Tabla 26. Eficacia Promedio final.....	101
Tabla 27. Variación de la eficacia.....	101
Tabla 28. Análisis Estadístico Descriptivo de la Eficacia.....	102
Tabla 29. Prueba de Normalidad - Eficacia	103
Tabla 30. Estadística de Muestras Emparejadas - Eficacia.....	104
Tabla 31. Prueba de Muestras Emparejadas – Eficacia	104
Tabla 32. Productividad Promedio Inicial.....	105



Tabla 33. Productividad Promedio Final.....	106
Tabla 34. Variación de la Productividad.....	107
Tabla 35. Análisis estadístico descriptivo de la Productividad.....	108
Tabla 36. Prueba de normalidad - Productividad.....	109
Tabla 37. Estadística de muestras emparejadas - Productividad.....	110
Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas – Productividad	110



ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Exportación Total de la Industria Automotriz en México.	1
Figura 2. Diagrama de Ishikawa	4
Figura 3. Diagrama de Pareto.....	7
Figura 4. Ubicación de la Empresa Automotriz “Andina S.A.”	8
Figura 5. Sistema Westinghouse	16
Figura 6. Visión de la empresa.....	31
Figura 7. Misión de la empresa	31
Figura 8. Valores de la empresa	32
Figura 9. Organigrama de la Empresa Autrisa Automotriz Andina S.A.....	34
Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso (DOP) de mantenimiento inicial de la Empresa Autrisa Automotriz Andina S.A.....	37
Figura 11. Diagrama de Recorrido Inicial.....	39
Figura 12. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de Mantenimiento Inicial.....	56
Figura 13. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de mantenimiento mejorado	83
Figura 14 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) de Mantenimiento PM1 Mejorado de la empresa Automotriz Andina S.A.....	90
Figura 15. Diagrama de Recorrido Mejorado	92
Figura 16. Eficiencia Promedio Inicial	94
Figura 17. Eficiencia Promedio Final	95
Figura 18. Variación de la Eficiencia.....	96
Figura 19. Eficacia Promedio Inicial.....	100
Figura 20. Eficacia promedio final.....	101
Figura 21. Análisis de la Productividad	102
Figura 22. Productividad Promedio Inicial	106
Figura 23. Productividad Promedio Final	107
Figura 24. Análisis de la Productividad	107



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

1. FM, FMX, FH: Gama de Camiones Pesados
2. FE, VM: Gama de Camiones Semipesados
3. PM1: Mantenimiento Preventivo 1
4. PM2: Mantenimiento Preventivo 2
5. IAV: Índice de Actividades que añaden Valor
6. TA: Todas las Actividades
7. TANV: Todas las Actividades que No agregan Valor
8. DOP: Diagrama de Operaciones de Procesos
9. DAP: Diagrama de Análisis de Procesos
10. TRP: Tiempo Real de Producción
11. TTP: Tiempo Total de Producción
12. OR: Operaciones Reales (trabajos/mes)
13. PP: Operaciones Programadas (trabajos/mes)
14. SPSS: Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales
15. G: Taller de la empresa “Autrisa Automotriz Andina”S.A...
16. O1: Productividad de la empresa antes de la identificación de tiempo estándar.
17. X: Tiempo estándar.
18. O2: Productividad de la empresa después de la identificación de tiempo estándar.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema.

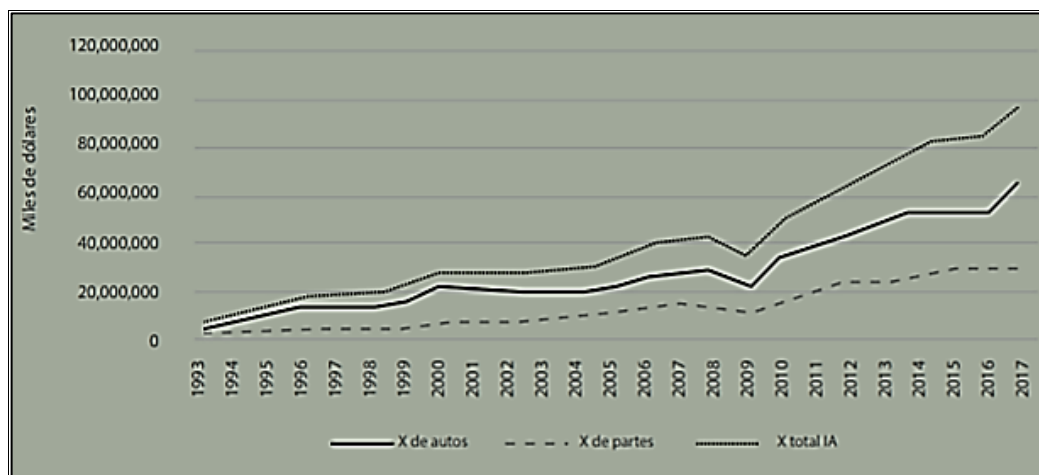
1.1.1. Descripción del problema.

En la actualidad se comercializan a nivel mundial cerca de 90 millones de unidades vehiculares nuevas por año, además del desarrollo de unidades híbridas, eléctricas, y a hidrógeno. La producción y comercialización de vehículos vá en aumento, es por ello que; las empresas dedicadas al servicio de mantenimiento automotriz deben estar preparadas para brindar un adecuado servicio de postventa al cliente (Assumpcao, 2018).

Según Badillo y Rozo (2019), el sector de la industria automotriz es clave para el desarrollo de la economía en diversos países del mundo, visualizándose como el sector más importante para el proceso de industrialización. En ese sentido la producción de vehículos en México ha aumentado considerablemente con 505,202 unidades en el año 1988 y en el año 2017 con 3,773,569 unidades, lo cual representa un incremento del 678%.

Figura 1.

Exportación Total de la Industria Automotriz en México.



Nota. La figura representa las exportaciones realizadas en México en el periodo de 1993 a 2017. Tomado de “México en la cadena global de valor de la industria automotriz” por Badillo y Rozo (2019), *ECONOMÍAunam*, 16 (48).

La venta de vehículos califica la economía de un país. Se incrementa su venta cuando ésta es buena y sucede lo contrario cuando se frena. Si comparamos nuestra relación de habitantes por vehículo con el resto de Sudamérica, las cifras indican que



estamos lejos. La relación de compradores de vehículos es la siguiente: 12 peruanos, 11 colombianos, 7 ecuatorianos. Mientras que en Chile, Argentina, Brasil y México están entre 3.5 y 3.7 unidades vehiculares compradas. (Derteano, 2018).

Cabe mencionar que cuando nuestra economía Nacional crecía al 5%, el mercado automotor crecía del 20% al 25%, sucediendo lo mismo en Colombia. Hoy resulta difícil hacer una proyección porque el país de alguna forma se encuentra detenido por los escándalos de corrupción que involucran al presidente de la República y su equipo ministerial, así como también a los principales partidos políticos del país. El alza constante en los precios de los minerales y alimentos que producimos es un factor negativo lo que impide que aprovechemos la coyuntura internacional para el crecimiento y desarrollo de nuestro mercado automotor, señalándose que el resto de los países en la región, tienen crecimiento favorable en este rubro, incluso a un porcentaje más alto que el 6% que logramos en 2017. Brasil tuvo 7.4%, Paraguay 25.5%, Uruguay 25.6%, Argentina 23%, Chile y Ecuador 12.7% (Derteano, 2018)

En el Perú, durante los meses de enero a diciembre del 2019, se vendieron 151,997 unidades de vehículos livianos, el cual representó un aumento del 2.4% respecto al año anterior. La venta de vehículos pesados fue de 16,650 unidades durante los meses de enero a diciembre del 2019, en este caso el número de ventas fue menor al año anterior con una diferencia del -4.3%. Con relación a la venta de vehículos menores, durante los meses de enero a diciembre del 2019 fue de 286,117 unidades, en este caso el aumento de ventas fue del 0.6% respecto al año anterior (Asociación Automotriz del Perú, 2020).

En la actualidad, las empresas de mantenimiento automotriz buscan implementar mejoras en el método de trabajo que les permitan tener un mayor nivel de productividad y mejor calidad de servicio, utilizando los recursos necesarios como por ejemplo la modernidad de herramientas y capacitación permanente del potencial humano, para lo cual se pretende llevar a cabo un plan de mejora de las actividades de trabajo que conlleven a mejorar la productividad y un mayor grado de competencia en el sector.

Bajo ese contexto, la empresa automotriz “Andina S.A.”, ubicada en la ciudad de Cusco, encargada de realizar servicios de mantenimiento de diferentes gamas de vehículos (camiones: FM, FMX, FH, FE, VM) se dan a diario diversos tipos de mantenimiento, sean estos correctivos y/o preventivos, siendo más concurrentes al



servicio del mantenimiento preventivos donde encontramos el PM1, PM2 y entre otros. En esta investigación nos centraremos en el PM1 (mantenimiento preventivo 1) el cual se realiza a cada 10,000km o un mes de trabajo.

Debido a las muchas visitas realizadas a la empresa para observar el proceso de mantenimiento, se pudo identificar las siguientes observaciones: incumplimiento de los tiempos programados de entrega del servicio PM1, empleo del personal no especializado e inexperto laborando en la empresa, la falta de materiales y herramientas, lo que dificulta realizar trabajos de mantenimiento con eficacia, falta de dotación de caja de herramientas personalizadas a cada trabajador para el mantenimiento PM1, falta de planificación en la asignación a las rampas y bahías al personal de mantenimiento.

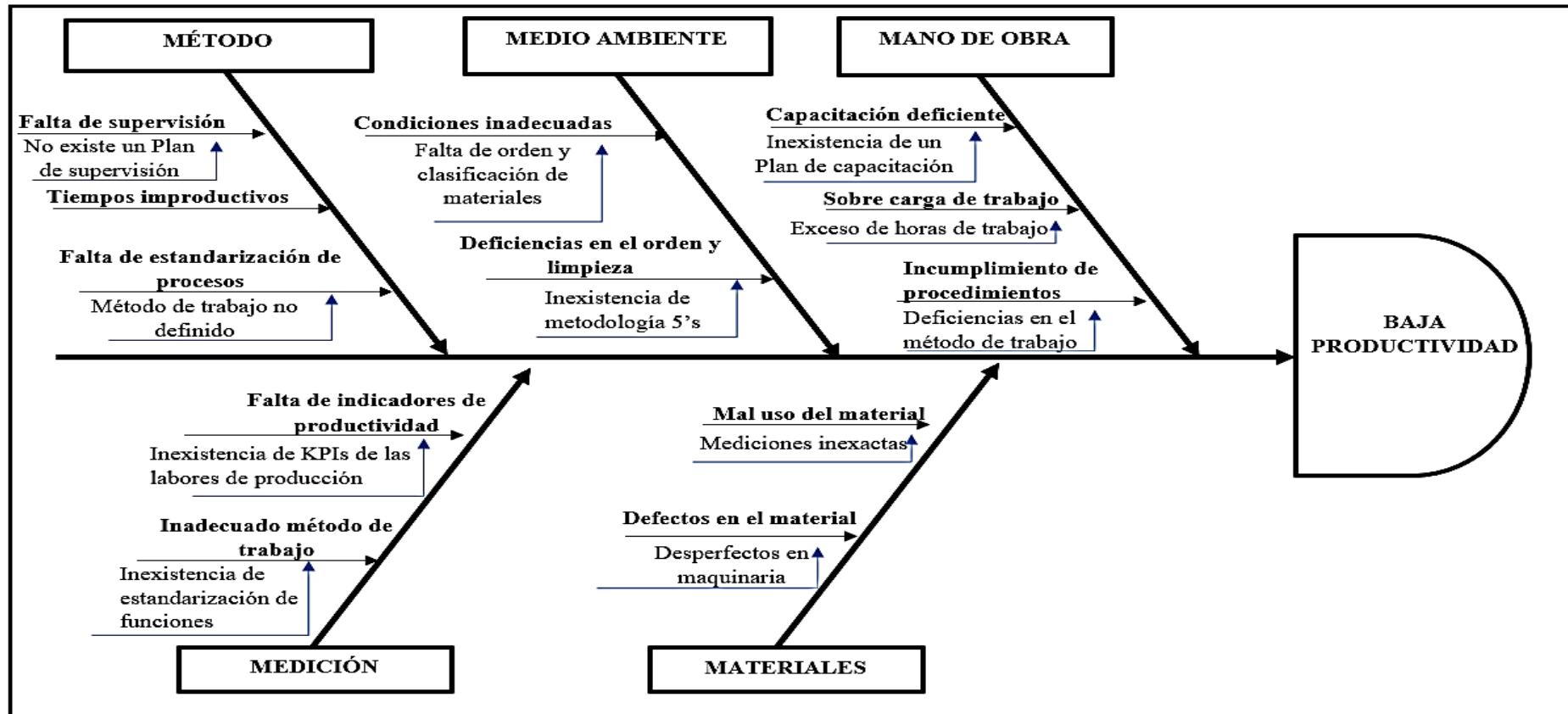
Por otro lado, la falta de estandarización de procesos, la supervisión del jefe de taller y el desconocimiento del Manual de Organización y Funciones de los procesos es evidente, como en consecuencia el trabajo de mantenimiento del PM1 se realiza de acuerdo al criterio de cada técnico. Las observaciones mencionadas influyen en la productividad de la empresa, ya que no se están realizando todos los servicios programados en el día, los mismos que son reflejados en el registro diario de unidades ingresadas a taller.



A continuación, se presenta el diagrama Ishikawa donde se evidencian las causas de la baja productividad en la empresa.

Figura 2.

Diagrama de Ishikawa





Como se muestra en la Figura 2. (Diagrama Ishikawa), las causas encontradas responden a la baja productividad de la empresa, las cuales están relacionadas con la falta de supervisión, tiempos improductivos, falta de estandarización de los procesos, asimismo las condiciones de trabajo no son las adecuadas, se evidencia también incumplimiento de procedimientos, falta de capacitación del personal, la sobrecarga laboral que se da por la falta de personal, se identifican también inadecuados métodos de trabajo, falta de indicadores de productividad, mal uso de materiales así como también defectos en los materiales y herramientas.

Tabla 1.

Causas y subcausas del problema

Código	Causas	Subcausas
C1	Sobrecarga de trabajo	Exceso de horas de trabajo
C2	Falta de supervisión	No existe un plan de supervisión
C3	Condiciones inadecuadas	Falta de orden y clasificación de materiales
C4	Deficiencia en el orden y limpieza	Inexistencia de metodología 5's
C5	Mal uso del material	Mediciones inexactas
C6	Defectos en el material	Desperfectos en maquinarias
C7	Incumplimiento de procedimientos	Deficiencias en el método de trabajo
C8	Falta de estandarización de procesos	Método de trabajo no definido
C9	Capacitación deficiente	Inexistencia de un plan de capacitación
C10	Tiempos improductivos. (no se identificaron tiempos estándares).	Cuellos de botella
C11	Inadecuado método de trabajo	Inexistencia de estandarización de funciones
C12	Falta de indicadores de productividad	Inexistencia de KPIs de las labores de producción

Con la finalidad de determinar la cantidad de ocurrencias de las causas, se procedió a elaborar una matriz de correlación anexo 4: (Matriz de correlación de causas), donde se calificó según los siguientes criterios: 0 (débil), 1 (medio), 2 (fuerte). Después de obtenido el puntaje se ordenó las causas de mayor a menor, tal como se muestra en la tabla 2. (Frecuencia de Ocurrencias)



Tabla 2.

Frecuencia de Ocurrencias

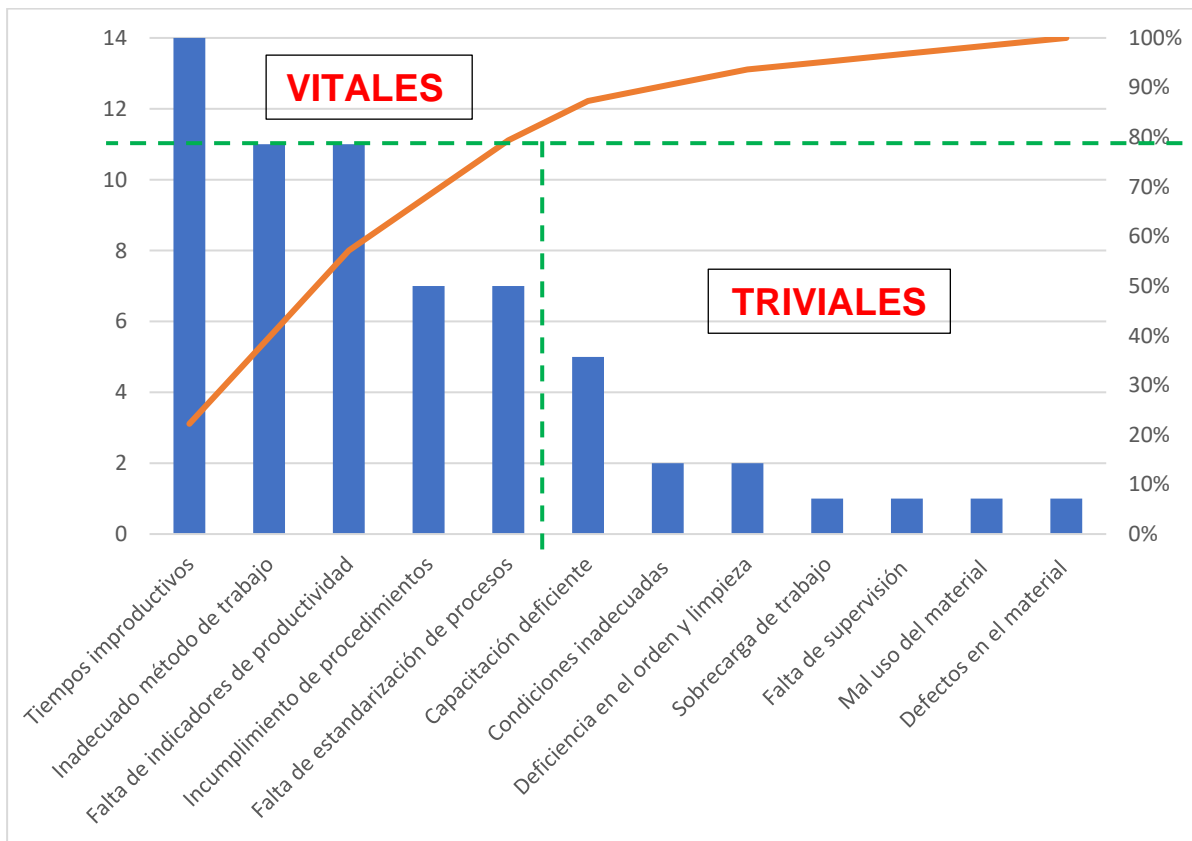
N°	Causa	Cantidad De Ocurrencias	Frec. Acum.	% Frec. Normalizado	%Frec. Acum.	Importancia
1	Tiempos improductivos. (no se identificaron tiempos estándares)	14	14	22%	22%	VITAL
2	Inadecuado método de trabajo	11	25	17%	40%	VITAL
3	Falta de indicadores de productividad	11	36	17%	57%	VITAL
4	Incumplimiento de procedimientos	7	43	11%	68%	VITAL
5	Falta de estandarización de procesos	7	50	11%	79%	VITAL
6	Capacitación deficiente	5	55	8%	87%	TRIVIAL
7	Condiciones inadecuadas	2	57	3%	90%	TRIVIAL
8	Deficiencia en el orden y limpieza	2	59	3%	94%	TRIVIAL
9	Sobrecarga de trabajo	1	60	2%	95%	TRIVIAL
10	Falta de supervisión	1	61	2%	97%	TRIVIAL
11	Mal uso del material	1	62	2%	98%	TRIVIAL
12	Defectos en el material	1	63	2%	100%	TRIVIAL
TOTAL		63		100%		

Tal como se muestra en la tabla 2.(Frecuencia de Ocurrencias), se procedió a realizar una sumatoria acumulada (Frec. Acumulada) de la cantidad de ocurrencias y posterior a ello se calculó el porcentaje de frecuencia normalizado, que es básicamente el resultado de la división del puntaje de cada causa entre el total. Finalmente, para determinar las causas más relevantes según Pareto se realizó una sumatoria acumulada.

El resultado obtenido, indica que existen 5 causas vitales, que representan problemas que pueden resultar en grandes pérdidas, por ende se debe tomar mayor énfasis en solucionarlos, mientras que las demás causas triviales, son más controlables.

Figura 3.

Diagrama de Pareto



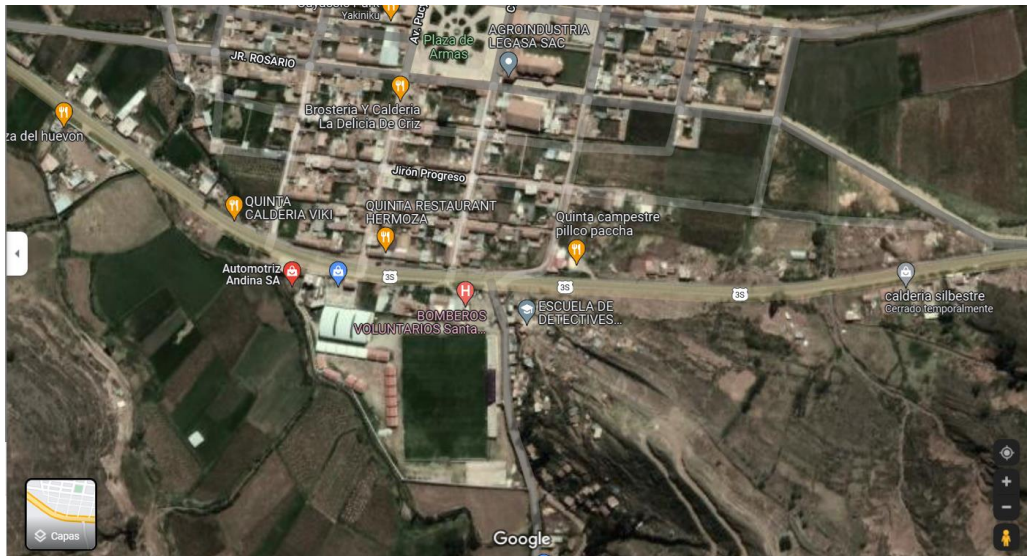
Según la Figura 3 (Diagrama de Pareto), las causas con mayor incidencia son: los tiempos improductivos, inadecuado método de trabajo, falta de indicadores de productividad, incumplimiento de procedimientos y falta de estandarización de procesos, todas estas causas representan el 79% del total.

1.1.1.1. Ubicación temporal y geográfica del estudio

El presente trabajo se desarrollo en el Predio Bellavista lote 77 Pucyura. Km 18 Vía Cusco, Pucyura, Perú, durante el año 2021.

Figura 4.

Ubicación de la Empresa Automotriz “Andina S.A.”



Nota. Adaptado de Google maps [Fotografía], 2021

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos mejorará la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa Automotriz “Andina S.A.”., Cusco, 2021?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”., Cusco, 2021?

¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”., Cusco, 2021?

1.2. Justificación de la Investigación

De acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), una investigación se justifica de manera práctica cuando ayuda a resolver algún problema y efectivamente la presente ayudará a incrementar la productividad de la empresa aplicando el tiempo estándar al proceso de mantenimiento PM1, en donde se desconoce las causas tales como: tiempos improductivos,



inadecuados métodos de trabajo, falta de indicadores de productividad, incumplimiento de procedimientos y falta de estandarización del proceso.

De la misma manera, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) indican que una investigación se justifica metodológicamente si el investigador hace uso de técnicas, instrumentos o métodos que sirva como guía y genere una información confiable. De esta manera en la presente se utilizó la metodología de estudio de tiempos, la cual es altamente reconocida por sus efectos en la reducción de tiempos improductivos por diferentes autores. Asimismo, se utilizó el registro de toma de tiempos, el cual fue una herramienta fundamental para el desarrollo.

Finalmente, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) indican que una investigación se justifica teóricamente cuando la investigación se enfoca en generar un debate respecto al conocimiento obtenido, es por ello que esta investigación es importante, debido a que se puede contrastar en que medida la aplicación del tiempo estándar incrementó la productividad y bajo que contexto se desarrolló, lo cual servirá para que diferentes autores contrasten la información.

Es conveniente realizar la presente investigación debido a que mediante la aplicación del estudio de tiempos y métodos se logrará disminuir tiempos improductivos dentro del proceso de servicio de mantenimiento y de esa manera permitirá mejorar la eficiencia y eficacia de la empresa en sus servicios, lo cual se verá reflejado en el incremento de la productividad como también al tener el tiempo estándar determinado, se podrán realizar mayor cantidad de servicios en una jornada.

1.2.1. Conveniencia

Martín y Lafuente (2017) mencionan que una investigación debe justificarse para que sirva, que tan adecuado y útil son en la actualidad el tema del estudio. La justificación se debe caracterizar por un texto que convenga al lector, de la importancia y la utilidad que tiene el proyecto de investigación.

La presente investigación beneficiará a la empresa, ya que determinando el tiempo estándar se incrementará la productividad, consecuentemente la satisfacción de los clientes, la rentabilidad de la organización y los resultados quedaran como precedentes para otras organizaciones o investigaciones.



1.2.2. Relevancia social

La productividad de una empresa de un determinado rubro se refleja directamente en todas las áreas de la misma, es decir todo el personal se ve beneficiado, y de igual forma los clientes, los trabajadores de la empresa optimizan sus tiempos de trabajo, pudiendo realizar mayores actividades y también recibir mejores remuneraciones, de igual manera los clientes, recogen sus unidades vehiculares en un menor tiempo, y teniendo un mejor resultado de satisfacción del cliente esto se replica en otros talleres, y se contribuye a que más empresas del rubro mejoren sus procesos de atención.

1.2.3. Valor teórico

La presente investigación permitió ahondar en mayor medida la información teórica respecto a las variables de estudio tiempo estándar, y productividad. Que permitirán estudiar el comportamiento de las variables en el contexto ya antes mencionado, identificar los instrumentos necesarios para la determinación del tiempo estándar y medir la productividad antes y después. Finalmente, los resultados encontrados quedarán como precedentes para futuras investigaciones.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar en qué medida el estudio de tiempos y movimientos mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”, Cusco 2021

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar en qué medida el estudio de tiempos y movimientos mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.” Cusco, 2021

Determinar en qué medida el estudio de tiempos y movimientos mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.” Cusco, 2021



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Moktadir et al (2017), realizaron un artículo denominado “Mejora de la productividad mediante una técnica de estudio de trabajo: un caso sobre la industria de productos de cuero en Bangladesh”, cuyo objetivo general fue aplicar el estudio de tiempo con la finalidad de mejorar la productividad.

Resumen: La investigación siguió una metodología aplicativa usando el estudio de trabajo como solución para mejorar la baja productividad. De entre todas las líneas que la industria de cuero trabaja, se escogió 1 en específico, por lo que, si una empresa trabaja en varias líneas, estos autores recomiendan escoger 1 en específico con la mayor problemática. De esta manera, brindan el paso a paso de la aplicación del estudio de tiempos para mejorar el método de trabajo de la línea escogida.

Conclusión: La eficiencia inicial fue de 582 piezas por día aumentando a 656 piezas por día, logrando aumentar la productividad en un 12.71% y el tiempo de trabajo inicial fue de 80.04 min/pieza y se redujo 9.01 min, siendo finalmente 71.03 min/pieza.

Montaño et al (2018), realizaron un artículo de investigación titulado “Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense”, cuyo objetivo general fue analizar los métodos de trabajo que influyen en la productividad del sistema productivo.

Resumen: La investigación analizó los métodos de trabajo en la línea de producción para identificar en qué operaciones existen movimientos y tiempos que afectan la productividad, lo resaltante en este trabajo, fue que se encontró que el procedimiento no se encontraba estandarizado debido a que cada trabajador realizaba movimientos diferentes, lo que significa que midió el tiempo de varios trabajadores para las mismas operaciones.

Conclusión: La investigación empleó un análisis bimanual de micro movimientos, estudio de tiempos y movimientos, donde se analizaron los métodos de trabajo que permitieron mejorar la eficiencia y productividad, lo cual trae consigo la competitividad de la empresa.



Supe (2019) realizó una tesis denominada “Estudio de los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en la fabricación de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser en la ciudad de Ambato en el año 2018”, cuyo objetivo general fue estudiar los tiempos y movimientos y su influencia en la productividad del proceso.

Resumen: Esta investigación indica que utilizó a solo 1 trabajador por cada actividad de la línea de producción tomándolo como representación para el tiempo estándar final, de esta manera, el autor desglosó la producción en 176 actividades, a las cuales se midió el tiempo y la productividad multifactorial del proceso, todo ello con un enfoque cuantitativo.

Conclusión: El tiempo estándar promedio fue de 948.49 min y la productividad multifactorial promedio fue de 2.23, existiendo una relación significativa de 97%.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Bustamante y Rodriguez (2018) realizaron su tesis denominada “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa KURI néctar SAC, 2017”, cuyo objetivo general fue realizar un estudio de tiempos y movimientos en la línea con la finalidad de mejorar la productividad.

Resumen: Esta investigación brinda como herramienta la utilización de diagramas de análisis de procesos y diagrama de operaciones para evaluar las actividades, por lo que, resulta muy útil la aplicación de ambas. Asimismo, realiza un cálculo del costo-beneficio de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, siendo éste rentable.

Conclusión: El tiempo estándar fue de 279.16 min y la productividad, 40 cajas/operario, luego de la aplicación, el tiempo estándar fue de 230.41 min y la productividad incrementó a 52 cajas/operario y se obtuvo un costo/beneficio de S/ 1.63.

Sacha (2018), realizó un trabajo denominado “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil”, cuyo objetivo general fue aplicar el estudio de trabajo para mejorar la productividad del área.

Resumen: La investigación siguió una metodología aplicada, en donde se aplicó el estudio de tiempos para identificar las actividades que no añaden valor, por lo que, aporta con una fórmula para su cálculo, asimismo, indica todas las fórmulas que se deben utilizar para el cálculo del tiempo estándar. Por otro lado, aporta con un registro de toma de tiempos.



Conclusión: Las actividades que no añaden valor al proceso fueron un 21.43%, y un tiempo estándar de 1.30 h/casaca, con una productividad de 60.65%, después de aplicar el estudio de trabajo, las actividades que no añaden valor se redujeron a 7.89% y la productividad mejoró a un 93.54%.

Mejía (2018) realizó un trabajo de investigación denominado “Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad del área de taller en la empresa ICA S.A. Callao, 2018”, cuyo objetivo general fue determinar de que manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del área.

Resumen: Esta investigación aporta con una metodología cuantitativa experimental, en donde brinda las fórmulas para hallar la eficacia y eficiencia, indicadores de la productividad que fue como el autor enfocó la variable. Asimismo, aporta con la metodología de la determinación del tiempo estándar.

Conclusión: La eficiencia fue de 60%, la eficacia, 25%, y que, de las 50 actividades, 23 no añaden valor, la productividad fue de 15.29%, luego de aplicar el estudio de trabajo, se obtuvo que la productividad fue de 41.86%, es decir, incrementó en un 26.56%.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Huallpa (2018) realizó una tesis titulada “Análisis y propuesta de mejora de la productividad mediante el estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción principal en la empresa Inversiones Punto Azul S.A.C, 2016 – 2017”, cuyo objetivo general fue proponer una mejora de la productividad de la línea principal realizando un estudio de tiempos y movimientos

Resumen: En esta investigación se destaca el método de interrogatorio, por el cual, se analizó el proceso para proponer un nuevo método de trabajo, ya que fue de nivel descriptivo – propositivo. Asimismo, ofrece una manera diferente de calcular la productividad, a través de otros indicadores: índice de productividad parcial e índice de productividad multifactorial.

Conclusión: Inicialmente se obtuvieron que en 104 horas se producen 12 mezcladoras, después de realizar el estudio de tiempos y movimientos, se redujo el tiempo de producción de dicha cantidad de mezcladoras a 86,7 horas, concluyendo así en un incremento de productividad de un 20%.



2.2. Aspectos teóricos pertinentes

2.2.1. Estudio de tiempos

Para Jana y Tiwari (2017), el estudio de tiempos es considerado como una fuente de información que permite establecer estándares y mejoras de métodos, para ello es necesario dar a conocer las condiciones del trabajo, debido a que mantienen una relación directa con los suplementos los cuales se ajustan al tiempo normal.

Según Vides et al (2017), el proceso para realizar un estudio de trabajo es: Seleccionar el proceso, registrar la información mediante la observación directa, examinar el objeto, lugar y orden de trabajo, determinar los métodos de mejora continua, implementar el nuevo método, capacitar al personal indicando el procedimiento y controles.

Para, Bello et al (2020), el estudio de trabajo es realizado bajo un enfoque organizado con la finalidad de ofrecer una mejora al proceso, a través del análisis de las actividades del mismo, optimizando los procedimientos de trabajo, reduciendo la sobrecarga de trabajo y mejorando el uso de los recursos.

2.2.2. Pasos para ejecutar un estudio de tiempos

A continuación, se mencionan los pasos para la ejecución del estudio de tiempos, el cual se realiza con ayuda de un cronómetro. Un cronómetro es un reloj que mide proporciones de tiempo cortos de manera exacta, por tanto, es un sistema de control de tiempo. Con esta herramienta de apoyo, se debe realizar los siguientes pasos para el estudio de tiempos, según lo mencionado por Montero et al (2018):

- Selección del proceso: Se debe seleccionar el proceso que se va analizar para analizar de manera efectiva las actividades de éste.
- Registrar la información del proceso: Tener una descripción completa del proceso en estudio, examinando todas las actividades del proceso incluyendo las operaciones, inspecciones, demoras y transportes.
- Dividir el proceso en actividades que puedan ser descritas y registradas: Desglosar las actividades del proceso en partes que pueden ser medibles y registrarlas en una hoja de observación de tiempos. Esta hoja es una ficha de registro de tiempos que tiene por finalidad registrar tiempos y observaciones, por tanto, contiene una



descripción de las actividades, número de observaciones y la duración de las actividades.

- Determinar la cantidad de muestras de las observaciones: Es un paso importante dentro del estudio de tiempos, puesto que el grado de confianza de nuestro estudio dependerá del número de observaciones, lo que debe reflejar un número representativo para cada actividad.

El método más usado es el estadístico, el cual a través de una fórmula indica el número de observaciones que deben realizar a partir de observaciones previas, con un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

LEYENDA:

n: tamaño de muestra

n': número de observaciones preliminares

\sum : suma de valores

X: valor de las observaciones

40: constante para un nivel de confianza de 95.45%

- Medir el tiempo que se tarda el trabajador en la ejecución de la actividad: Este paso abarca la medición de las actividades registradas en una ficha de registro de tiempos; por tanto, de la cantidad de observaciones que existen para cada actividad, se calcula el promedio de cada una para obtener un solo tiempo.
- Valorar el ritmo de trabajo: Según Andrade et al (2019), la valoración del ritmo de trabajo se basa en aspectos que definen el tiempo requerido por el trabajador al realizar una actividad para ajustar el tiempo promedio observado. Por lo que se debe calificar cada actividad basada en estos aspectos, siguiendo como por ejemplo, el Sistema Westinghouse.

Montero et al (2018), indican que el sistema Westinghouse es uno de los sistemas de puntuación para el estudio de tiempos más completo, por ende el más empleado. Este método se basa en los siguientes aspectos:



Figura 5.
Sistema Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Superior
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Buena
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Media
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Ideales
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelentes
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buenas
0.00	D	Medias	0.00	D	Medias
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptables
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobres

Nota. Tomado de “Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017” por Montero et al (2018), *Revista Científica EPígmalión*, 1(1).

- Calcular el tiempo normal de las actividades: El tiempo normal es el resultado de multiplicar el tiempo promedio con el factor de valoración, es el tiempo que tarda un trabajador en desarrollar una actividad sin interrupciones.
- Determinar los suplementos o tolerancia: Son los tiempos que se añaden al tiempo normal para compensar demoras en la actividad, los suplementos son atribuidos según el criterio del observador de manera objetiva, dentro de ellos se tienen suplementos constantes y variables.

Los suplementos constantes abarcan los tiempos para necesidades personales, tal como ir al baño, beber algo, etc. o descansos causados de la misma fatiga del trabajo.

Los suplementos variables abarcan los tiempos de demora por las condiciones de trabajo que difieren de lo que la actividad a realizar necesita y no pueda mejorarse.



Tabla 3.
Suplementos y Tolerancia

SUPLEMENTOS	
Suplementos Constantes	
Por necesidades Personales	5%
Por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Por trabajo de pie	2%
Por postura anormal	0
Uso de fuerza	1%
Mala iluminación	0
Condiciones atmosféricas	0
Concentración intensa	0
Nivel de ruido (Continuo)	0
Tensión mental	0
Monotonía	0
Tedio	0
Total, Tolerancia	12%

Nota. Tomado de “Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017” por Montero et al (2018), *Revista Científica EPígmalión*, 1(1).

- Calcular el tiempo estándar de las actividades: Es el tiempo resultante de la multiplicación del tiempo normal con los suplementos o tolerancias, es definido como el tiempo en que un trabajador ejecuta una actividad considerando las interrupciones necesarias.

2.2.3. Tiempo estándar

El tiempo estándar es el lapso en el que un trabajador cualificado y entrenado realiza sus actividades. Es medido en base a los tiempos normales observados teniendo en cuenta los aspectos que cada trabajador requiere para realizar sus actividades. Estos aspectos o suplementos son los anteriormente mencionados en la Tabla 3 (Suplementos y Tolerancia) (Palacios, 2016). El cálculo del tiempo estándar se realiza de esta manera:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} (1 + \% \text{SUPLEMENTOS})$$

De acuerdo a Salazar et al (2016), el tiempo normal comprende el tiempo que un trabajador demora en realizar sus actividades sin interrupción alguna, es decir a un ritmo normal.



El tiempo normal es medido en base al tiempo promedio y el factor de valoración, el cual se encuentra en la Figura 5 (Sistema Westinghouse). La fórmula para el cálculo del tiempo normal es la siguiente:

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times (1 + \text{factor de calificación})$$

2.2.4. Procedimiento de trabajo

Son los pasos que el trabajador realiza dentro de un proceso con la finalidad de obtener un bien o servicio (Palacios, 2016).

Actividades que añaden valor: Dentro de un proceso existen actividades que no añaden valor (transportes y esperas) y actividades que sí añaden valor (operaciones e inspecciones), estas actividades influyen en la eficiencia del proceso (Palacios, 2016).

Para calcular el índice de las actividades que añaden valor se tomará la siguiente fórmula:

$$IAV = \frac{TA - TANV}{TA} \times 100$$

En donde:

IAV: Índice de Actividades que añaden Valor

TA: Todas las Actividades

TANV: Todas las Actividades que No agregan Valor

2.2.5. Estudio de movimientos

El estudio de movimientos también denominado estudio de métodos, el cual es definido como una técnica o examen sistemático de aquellos métodos a emplear para la realización de las actividades de un determinado proceso. Cabe mencionar que los métodos y procesos los cuales se encuentran en cualquier actividad que realiza el ser humano son de mucha utilidad ya que esto permite diferenciar las habilidades, ingenio, bienestar y mediante ello mejorar los métodos de trabajo de manera que beneficie tanto a la empresa como a los colaboradores (Palacios, 2016).

Los diagramas sirven para definir el proceso de una empresa, los más usados son el Diagrama de Operaciones (DOP) y el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP), los cuales



utilizan gráficos que representan las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento (Romero, 2017)

Según Bello et al (2020), para hacer estos diagramas mas completos es posible realizar un estudio de tiempos y movimientos, el cual es un método ampliamente utilizado con el fin de analizar las actividades para eliminar los defectos e incrementar la productividad, por ello es fundamental el cálculo del tiempo estándar en este método para establecerlos en los diagramas, ya que este tiempo considera la fatiga y demoras personales.

2.2.6. Productividad

Subaeva et al (2020), definen que la productividad puede ser vista desde diferentes enfoques, que varía de acuerdo a los objetivos y el análisis económico específico; sin embargo, generalmente es descrita como el nivel de aplicación de los recursos de producción que influyen en el crecimiento de la empresa.

Por otro lado, Bustamante y Rodríguez (2018) denotan que la productividad mide la capacidad de producción de un sistema, en cuanto a bienes o servicios y el grado en que los recursos son utilizados para producir una cantidad específica.

2.2.6.1. Eficiencia:

Para Ludwikowska (2018), la eficiencia determina el nivel de desempeño de la empresa respecto a los recursos utilizados, en otras palabras; es producir bienes o servicios de calidad empleando los recursos de manera óptima. La eficiencia puede ser medida en base al tiempo, al costo, mano de obra y entre otros.

Mejia (2018) mide la eficiencia en base al recurso tiempo, siendo el resultado de la división del tiempo real de producción entre el tiempo total de producción. La formula de la eficiencia se representa de la siguiente manera:

$$Eficiencia = \frac{tiempo\ real\ de\ producción}{tiempo\ total\ de\ producción} \times 100$$

Para el Tiempo Total de Producción Mejia (2018), hace referencia al tiempo en el que un producto es elaborado o un servicio es brindado, mientras que el tiempo real de producción hace referencia al tiempo útil de un proceso, es decir toma en cuenta las actividades que añaden valor y descarta las que no.



2.2.6.2. *Eficacia:*

Según Baca et al (2014), la Eficacia mide el cumplimiento de las actividades realizadas esperando alcanzar los resultados establecidos según metas u objetivos, teniendo en cuenta la calidad y la cantidad. Kuswati (2019) menciona que si una empresa tiene una alta eficacia, logra que los esfuerzos de cada trabajador se unan para lograr metas determinadas, definiéndose como esfuerzo colectivo para lograr el éxito.

Para Baca et al (2014), la Eficacia es medida entre la producción real y la producción programada. Para la investigación se cuenta con la siguiente formula:

$$Eficacia = \frac{Operaciones\ reales}{Operaciones\ programadas} \times 100$$

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

El estudio de tiempos y movimientos mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”, Cusco 2021.

2.3.2. Hipótesis específicas

El estudio de tiempos y movimientos mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”, Cusco 2021.

El estudio de tiempos y movimientos mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”, Cusco 2021.

2.4. Definición de Variables

2.4.1. Variable independiente: Tiempo estándar

Definición conceptual: El Tiempo Estándar es el tiempo en el que un trabajador cualificado y entrenado realiza sus actividades (Palacios, 2016).

Definición operacional: El Tiempo Estándar es calculado en función del tiempo normal teniendo en cuenta los suplementos de cada trabajador para realizar sus actividades, para lo cual se debe considerar el estudio de movimientos y en base a ello realizar observaciones de toma de tiempos (Rupay, 2017). Siendo las siguientes dimensiones:

- Procedimientos de trabajo, medida a través del índice de actividades que añaden valor que según Henríquez et al (2018), son las que influyen en la eficiencia de los procesos:



$$IAV = \frac{(TA - TANV)}{TA} \times 100$$

LEYENDA:

IAV: Índice de Actividades que añaden Valor

TA: Todas las Actividades

TANV: Todas las Actividades que No agregan Valor

- Los tiempos cronometrados, en los cuales se hallan el número de muestras, tiempo normal y tiempo estándar con la finalidad de analizar las actividades. Cardona et al (2017), proponen la siguiente fórmula:

Número de muestras, de acuerdo a la toma de tiempos previo, se utiliza la siguiente fórmula con un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

LEYENDA:

n: tamaño de muestra

n': número de observaciones preliminares

\sum : suma de valores

X: valor de las observaciones

40: constante para un nivel de confianza de 95.45%

Tiempo normal, según Salazar et al (2016), es el tiempo del operario que realiza las actividades a un ritmo normal, la fórmula es la siguiente:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ promedio \times (1 + factor\ de\ calificación)$$

Tiempo estándar, tiempo en el que un trabajador cualificado y entrenado realiza sus actividades mediante la siguiente fórmula.

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplemento)$$

2.4.2. Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: Bustamante y Rodríguez (2018) definen que la productividad mide la capacidad de producción de un sistema y el grado en que los recursos son utilizados para producir una cantidad específica.



Definición operacional: La productividad se mide en base a diversos factores para efectos del trabajo, la productividad está calculada en función de la eficiencia y eficacia (Gamarra, 2017). Para el calculo de la productividad las dimensiones a emplearse son las siguientes:

- Eficiencia, según Doimeadiós y Rodriguez (2015), es la relación entre el tiempo real utilizado para realizar un servicio de mantenimiento y el tiempo total para realizar ese mismo servicio, incluyendo tiempos de esperas y transportes, etc, la fórmula es la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{T. REAL PROD}{T. TOTAL DE PROD} \times 100$$

LEYENDA:

TRP: Tiempo Real de Producción (minutos)

TTP: Tiempo Total de Producción (minutos)

- Eficacia, según Rojas et al (2017), determina el nivel de cumplimiento de los trabajadores para lograr las metas establecidas. Por ello se medirá la relación de las operaciones reales y las operaciones programadas, con la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{O. REAL}{O. PROGRAMADA} \times 100$$

LEYENDA:

OR: Operaciones Reales (trabajos/mes)

PP: Operaciones Programada (trabajos/mes)



2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 4.
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Fórmula
Variable Independiente: Tiempo estándar	El Tiempo Estándar es el tiempo en el que un trabajador cualificado y entrenado realiza sus actividades (Palacios, 2016).	El Tiempo Estándar es calculado en función del tiempo normal teniendo en cuenta los suplementos de cada trabajador para realizar sus actividades, para lo cual se debe considerar el estudio de movimientos y en base a ello realizar observaciones de toma de tiempos (Rupay, 2017).	Procedimientos de trabajo	Índice de actividades que añaden valor	Razón	Análisis documental	$IAV = \frac{(TA - TANV)}{TA} \times 100$ <p>LEYENDA: IAV: Índice de Actividades que añaden Valor TA: Todas las Actividades TANV: Todas las Actividades que No agregan Valor</p>
		Tiempos cronometrados	Número de muestras	Razón	Observación	n $= \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$ <p>Leyenda: n: tamaño de muestra n': número de observaciones preliminares Σ: suma de valores X: valor de las observaciones</p>	



					Tiempo normal	Razón	Observación	$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplemento)$
					Tiempo estándar	Razón	Observación	$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplemento)$
								Índices de Eficiencia
								$EFICI. = \frac{T. REAL PROD}{T. TOTAL DE PROD} \times 100$
								LEYENDA:
								TRP: Tiempo Real de Producción (minutos)
								TTP: Tiempo Total de Producción (minutos)
								Índice Eficacia
								$EFICA. = \frac{O. REAL}{O. PROGRAMADA} \times 100$
								LEYENDA:
								OR: Operaciones Reales (trabajos/mes)
								OP: Operaciones Programadas (trabajos/mes)

Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es de tipo aplicada, debido a que con sustento teórico se determinará el tiempo estándar para mejorar la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa automotriz ANDINA S.A (Carrasco Díaz, 2005).

3.1.2. Enfoque de la investigación

Una investigación es cuantitativa cuando se utiliza la estadística para la presentación de resultados con base en medición numérica y el análisis estadístico (Azuelo, 2019). Asimismo, es longitudinal ya que la investigación se realiza a lo largo del tiempo, es decir varias mediciones.

En ese sentido, la investigación medirá numéricamente ambas variables en diferentes momentos analizando los resultados del tiempo estándar que se aplicará al proceso de mantenimiento PM1 y los resultados de la productividad. Se obtendrán datos de tiempos antes de determinar el tiempo estándar y después de realizar el estudio de investigación, contando para ello con la herramienta de las fichas de recolección de datos.

3.1.3. Nivel o alcance de la investigación

Desde la posición conceptual de Vera et al (2018), una investigación es de nivel descriptiva cuando se busca determinar las características importantes de los problemas identificados.

En consecuencia, el nivel de la investigación es descriptiva porque busca determinar las causas que repercuten en la baja productividad, la cual será analizada para presentar una solución.

3.1.4. Método de investigación

Hernández y Mendoza (2018), manifiestan que el método analítico es el que consiste en la descomposición de un todo en partes para observar las causas y los efectos.

Entonces podemos decir, la presente investigación es analítica, ya que trata de descomponer el proceso de mantenimiento para identificar las causas que afectan la productividad.



3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

Hernández y Mendoza (2018), señalan que una investigación pre-experimental trabaja con un solo grupo de estudio presentando un mínimo grado de control respecto a las variables.

El grupo de estudio a realizarse en el presente trabajo será el área de operaciones de la “Empresa Automotriz Andina S.A.” y aplicando el Tiempo Estándar como método de investigación, se podrá medir como influye en la productividad de la empresa, para lograr este objetivo primero se debe realizar un pre análisis y luego un post análisis, después de la aplicación del tiempo estándar.

Diseño metodologico de prueba:

$$G \rightarrow O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

LEYENDA

G: Taller de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

O1: Productividad de la empresa antes de la identificación de tiempo estándar.

X: Tiempo estándar.

O2: Productividad de la empresa después de la identificación de tiempo estándar.

3.2.2. Diseño de Ingeniería

En este trabajo de investigación se realizará un estudio de tiempos en el área de operaciones, con ayuda de un cronómetro para verificar cual es el tiempo actual de la empresa en sus actividades laborales, asimismo las condiciones de trabajo que influyen en el desempeño de los colaboradores, por otro lado se calculará la productividad con ayuda de las dimensiones de eficiencia y eficacia



3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

Para Otzen y Manterola (2017), la población es un conjunto de personas, procesos, áreas, etc., limitada o ilimitada que sirve para el desarrollo de la investigación. De esta manera en la presente investigación la población estuvo conformada por las actividades de mantenimiento PM1 de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

3.3.1.2. Cuantificación de la población

La población está conformada por las 67 actividades con 20 trabajadores en el área de mantenimiento PM1 de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

La muestra está conformada por una parte representativa que se extrae de una determinada población (Cabrera, 2021).

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

La muestra está conformada por las 67 actividades con 20 trabajadores en el área de mantenimiento PM1 de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

3.3.2.3. Método de muestreo

Según Hernández y Carpio (2019), el método se clasifica en dos grandes grupos: Métodos probabilísticos, que consisten en métodos que escogen elementos que tienen la misma probabilidad de ser seleccionados dentro de una población. Métodos no probabilísticos, seleccionan la muestra siguiendo criterios de acuerdo al estudio, debido a ello es que el muestreo no fue probabilístico.

3.3.2.4. Criterios de evaluación de la muestra

Se especificaron 02 tipos de criterios de selección:

Criterio de inclusión:

Según Arias (2016) hace referencia a las características particulares que tiene el sujeto u objeto de estudio, como son: el género, edad, grado escolar y religión. Se



considera a todas las personas que laboran en dicha área de trabajo para su respectivo análisis.

Criterio de exclusión

Son los criterios o características que establece que un sujeto no puede participar en la investigación, en efecto puede alterar los resultados. Se excluirán aquellos sujetos que no agreguen valor a la “Empresa Automotriz Andina S.A.”

3.4. Técnicas e Instrumentos.

Son herramientas de recolección de datos e información, existen diferentes técnicas e instrumentos que sirven para el desarrollo de la investigación, según Ñaupas et al (2018).

Técnicas:

Observación directa

Anguera et al (2016), indican que es una herramienta importante y comúnmente utilizada por la mayoría de investigadores que utiliza la vista como medio, es por ello que fue utilizada para registrar las actividades y sus tiempos.

Análisis documental (Anexo 2 y 3)

Es la búsqueda de información en documentos relacionados al tema de investigación, para generar alternativas de solución. Además, bajo este enfoque se identificaron las teorías que ayudaron al desarrollo de la investigación (Espinoza, 2019).

Instrumentos:

Guía de observación directa

La guía de observación directa para Piza et al (2019), es un instrumento que responde a la observación directa, ya que sirve para registrar la información vista, por lo tanto se empleó fichas de registro de tomas de tiempo para verificar los tiempos de cada actividad del proceso de mantenimiento PM1.

Guía de análisis documental

Para la visión conceptual de Vera et al (2018), este instrumento responde a la técnica de análisis documental, por lo que sirve para registrar la información analizada, bajo este enfoque sirvió para registrar los servicios realizados y los programados.



3.5. Procedimientos de recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación se procedió a describir el proceso de mantenimiento para aplicar la mejora en base al tiempo estándar, con la finalidad de mejorar la productividad del proceso de mantenimiento PM1 de la “Empresa Automotriz Andina S.A.”. Y el estudio se centró en el taller de operaciones de la empresa la cual cuenta con 10 trabajadores.

El diagnóstico se realizó en base a las técnicas de recolección de datos como la observación directa y el análisis documental, con el fin de obtener información precisa, en donde se detallaron los tiempos y recorridos del proceso de mantenimiento, para su análisis y aplicación de mejora.

3.6. Procedimientos de análisis de datos

Estadística descriptiva

La estadística descriptiva para Ruiz et al (2020), es el análisis de las variables en cuanto a su variación con el propósito de organizar y establecer un grupo de población.

Estadística inferencial

Para Abreu et al (2021), la estadística inferencial utiliza la información muestral para hallar la relación entre las variables, por lo que se utilizó el programa SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) para la interpretación y control adecuado de los datos de la investigación, para una correcta toma de decisiones.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Funciones y Objetivos de la Empresa

La empresa “Autrisa Automotriz Andina” S.A., conocida también con el nombre comercial de Autrisa, para el desarrollo de la investigación empleará la nomenclatura comercial señalada.

Esta empresa se dedica a la comercialización de unidades, repuestos, llantas y lubricantes. Tiene más de 40 años brindando el servicio de mantenimiento de flotas, unidades y maquinarias. Autrisa, para alcanzar los objetivos como empresa está asociada con las marcas de Volvo, Goodyear, Texaco y Mack.

Autrisa utiliza estándares de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes, aplicando sus principios de “calidad seriedad y garantía”, basadas en sus propias experiencias como empresa. Asimismo, para el logro exitoso de sus objetivos complementa sus servicios con un cuadro de personal profesional capacitado, asesoramiento permanente y vocación de servicio con un excelente Sistema de Gestión Integrado.

El desarrollo de las actividades de Autrisa persevera fundamentalmente en el estricto cumplimiento de la legislación que regula el funcionamiento del parque automotor, las normas laborales en beneficios de sus trabajadores y finalmente el cumplimiento de los convenios internos acordados para el cuidado y protección del medio ambiente.

4.1.1. Razón Social

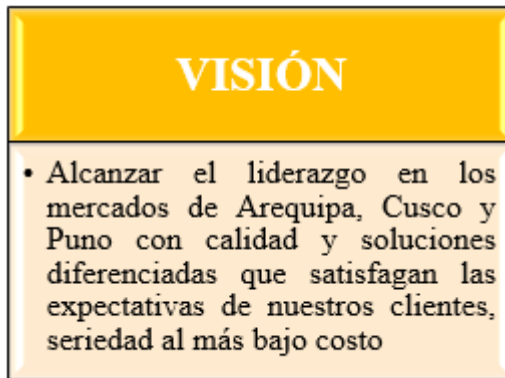
“Autrisa Automotriz Andina” S.A

4.1.2. Visión

A continuación, se presenta la visión de la empresa:

Figura 6.

Visión de la empresa

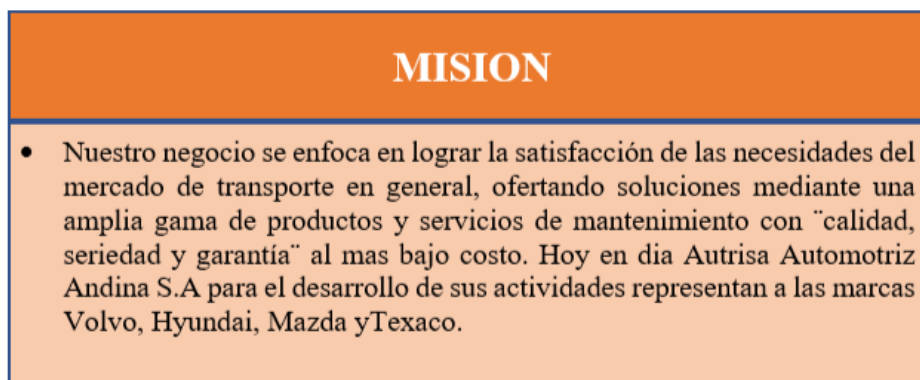


4.1.3. Misión

A continuación, se presenta la misión de la empresa:

Figura 7.

Misión de la empresa



4.1.4. Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos que la empresa Autrisa son:

- Implementar acciones de mejora.
- Identificar, controlar y mitigar los impactos ambientales negativos generados por nuestros procesos.
- Gestionar nuestros procesos conforme a las normas legales y otras afines aplicables.
- Mejorar la competitividad de Autrisa con la capacitación permante y actualizado a su personal calificado en sus distintas áreas. Asimismo, programar charlas

motivacionales para incrementar los valores que redunden en un correcto y adecuado desempeño de sus funciones.

- Mejorar la productividad de los servicios brindados teniendo en cuenta los recursos disponibles y bien utilizados.

4.1.5. Valores de la empresa

Los valores de la empresa son los siguientes:

Figura 8.

Valores de la empresa



4.2. Aspectos Organizacionales

4.2.1. Directorio.

El directorio de la empresa Autrisa conforman 02 personas:

- Gerente General a cargo de Dn. Fernando Castro Rendón, encargado de planificar, dirigir, organizar y controlar las actividades de la empresa Autrisa.
- Apoderado a cargo de Dn Jorge Arévalo Rodríguez, persona facultada jurídicamente para actuar en nombre de la empresa, puede tomar decisiones o representar a la empresa Autrisa en una determinada situación.



4.2.2. Área de administración

Conforman el Gerente General y el Controller.

El Gerente General supervisa directamente al Controller y éste último, supervisa la jefatura de PostVenta, de Recursos Humanos y Créditos y Cobranza, también evita situaciones de crisis

4.2.2.1. *Funciones del Gerente General*

La función principal del Gerente General es supervisar al Controller, es encarga de de planificar, dirigir, organizar y controlar las actividades de la empresa. Asimismo, cumple con las siguientes funciones específicas.

- Representar legalmente a la empresa, velando por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten a la empresa Autrisa.
- Asistir con voz y voto en las sesiones del Directorio.
- Ejecutar el plan de negocios aprobado por el Directorio y proponer modificaciones.
- Aprobar el presupuesto y proponer modificaciones.
- Autorizar la colocación, retiros, transferencias, venta de fondos y cualquier otro título de valores perteneciente a la empresa Autrisa.
- Definir el desarrollo administrativo de la empresa Autrisa para un corto, mediano y largo plazo.

4.2.2.2. *Funciones del Controller*

La función principal de un Controller es supervisar las jefaturas de post venta, recursos humanos, créditos y cobranzas, evitar situaciones de crisis, inseguridad y desequilibrio económico en la empresa Autrisa. Asimismo, cumple con las siguientes funciones específicas:

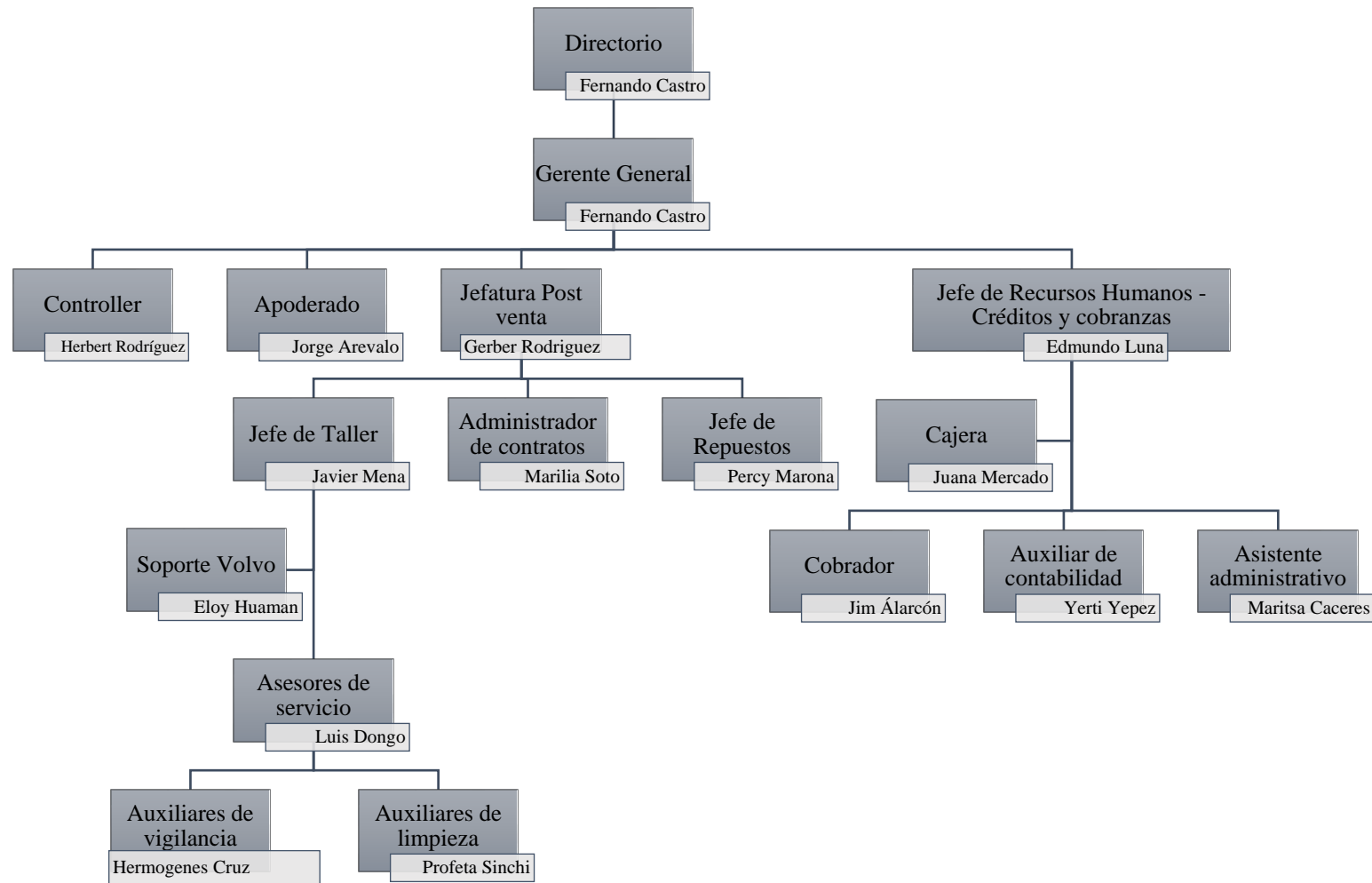
- Gestiona los costos y la contabilidad de manera comercial.
- Diseña estrategias contables y controla los sistemas contables
- Mide, prevé y evita desviaciones o crisis futuras



4.2.3. Estructura organizacional

Figura 9.

Organigrama de la Empresa Autrisa Automotriz Andina S.A (COMPLETAR LOS NOMBRES)





4.2.4. Área de Créditos y Cobranza – Recursos Humanos

Esta área se encuentra supervisada por el Controller. La jefatura de esta área se encarga de los procesos de los recursos humanos, de créditos y cobranzas. La función principal es reclutar, gestionar y capacitar al recurso humano.

Asimismo, realiza el seguimiento y coordina la documentación referente a la evaluación de la solvencia del cliente, también cumple con las siguientes funciones específicas:

- Controla y hace seguimiento a los procesos de reclutamiento.
- Supervisa el proceso de contratación.
- Supervisa y gestiona los procesos de créditos y cobranzas.
- Control de provisión de cuentas incobrables.
- Analiza y aprueba negociaciones especiales con los clientes.

4.2.5. Área de Post Venta

El área Post venta esta supervisada por la Gerente General. Bajo su cargo del área de Post venta se encuentran las jefaturas del taller de operaciones, administrador de contratos, jefe de repuestos y los asesores de servicio. La función principal de esta area es supervisar los procesos de post venta y controlar los procedimientos del taller, asimismo cumple con las siguientes funciones específicas:

- Organiza las órdenes de producción por cada unidad que ingrese al taller.
- Solicitar oportunamente los materiales necesarios para los servicios.
- Evaluar los casos de post venta para brindar respuesta a los clientes.
- Coordinar el seguimiento de los reclamos debiendo informar dentro de los plazos estipulados.

4.2.6. Taller de Operaciones

El taller de operaciones es un área supervisada por la Jefatura de Post Venta.

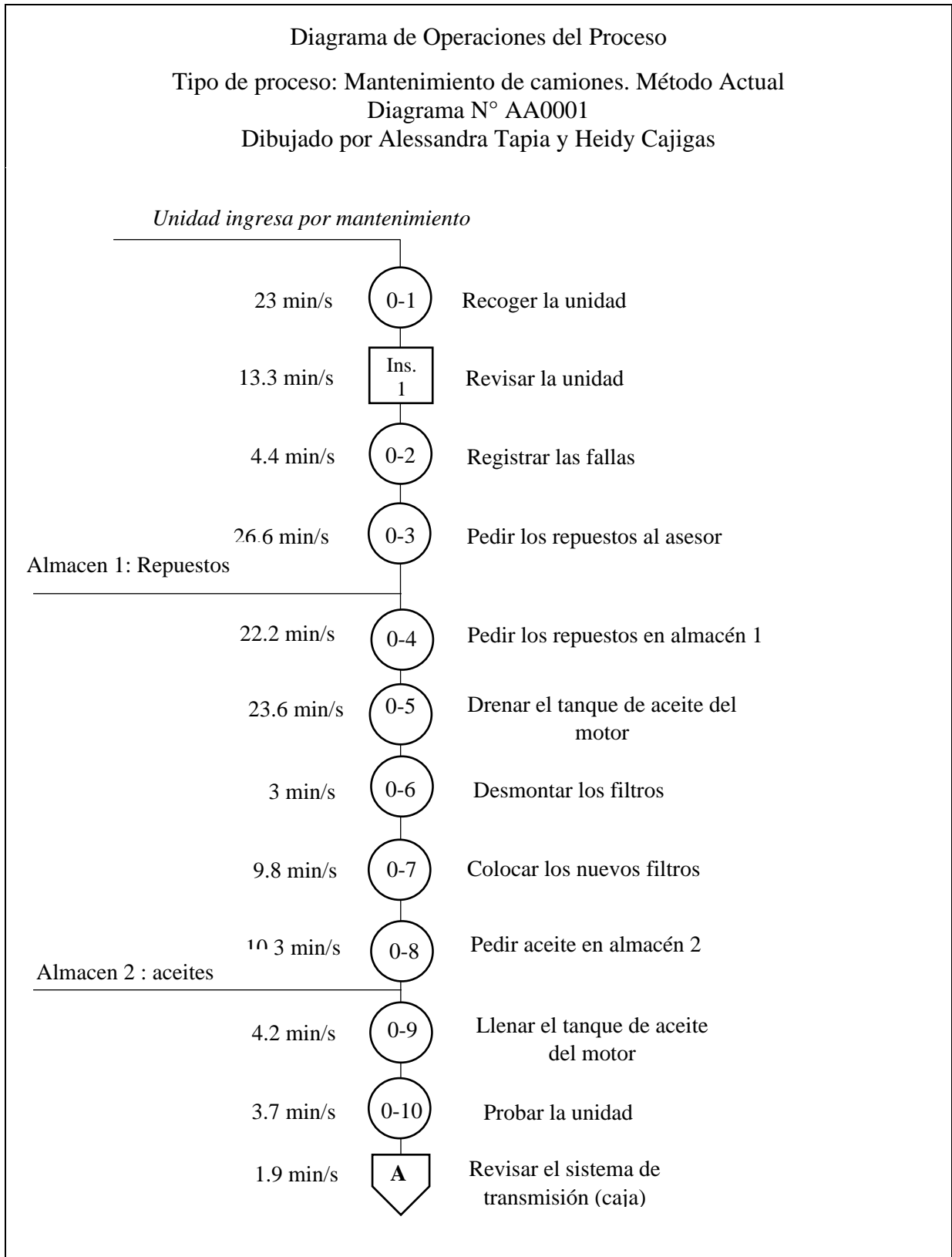


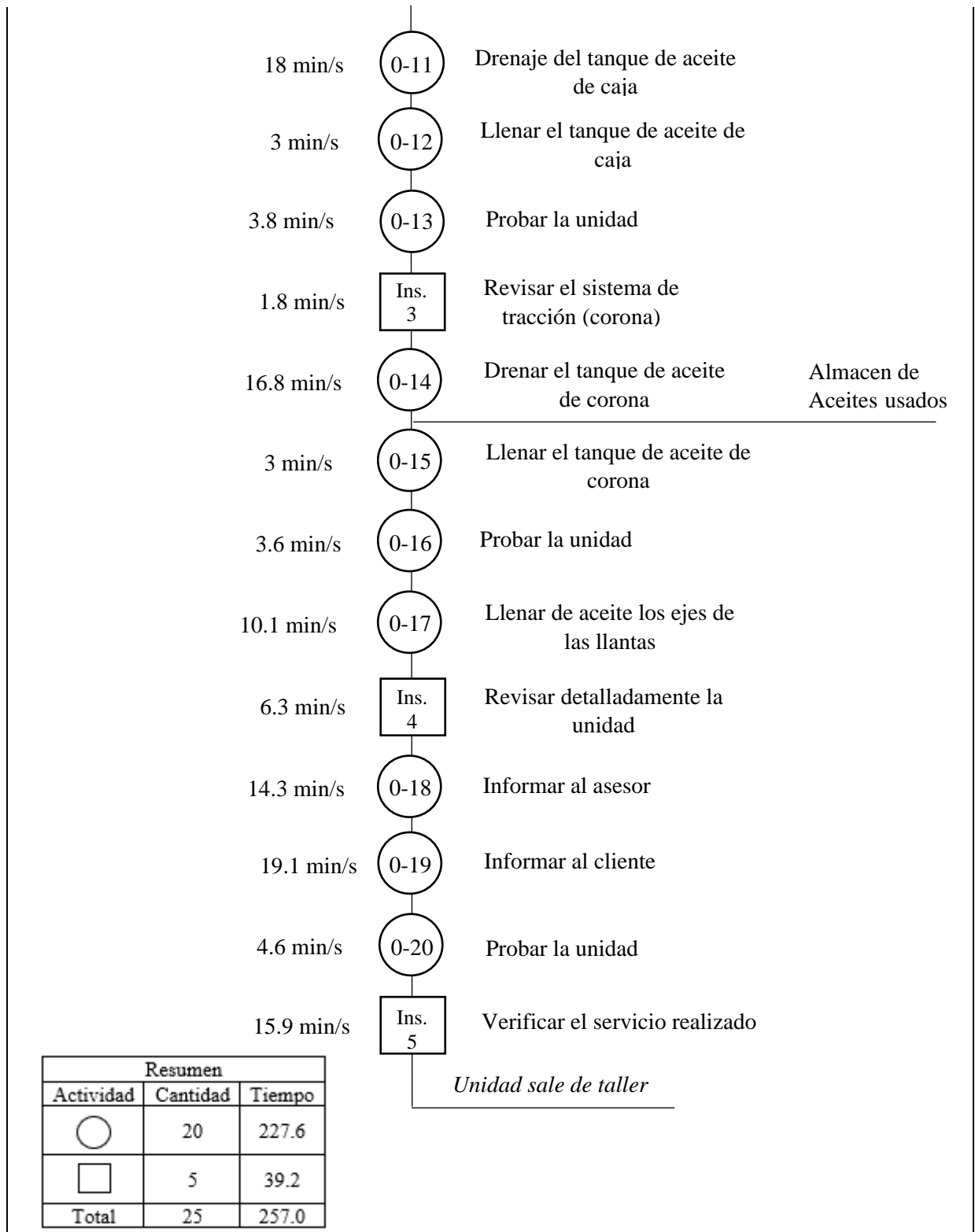
La jefatura del taller realiza la coordinación permanente con los asistentes de mantenimiento y los trabajadores de soporte de Volvo, a fin de brindar un servicio eficaz y oportuno a los clientes.

En el taller de operaciones se realizan el mantenimiento de PM1 y PM2, para los propósitos de éste trabajo de investigación se detallará las operaciones que se realiza sobre el mantenimiento PM1.

Figura 10.

Diagrama de operaciones del proceso (DOP) de mantenimiento inicial de la Empresa Autrisa Automotriz Andina S.A

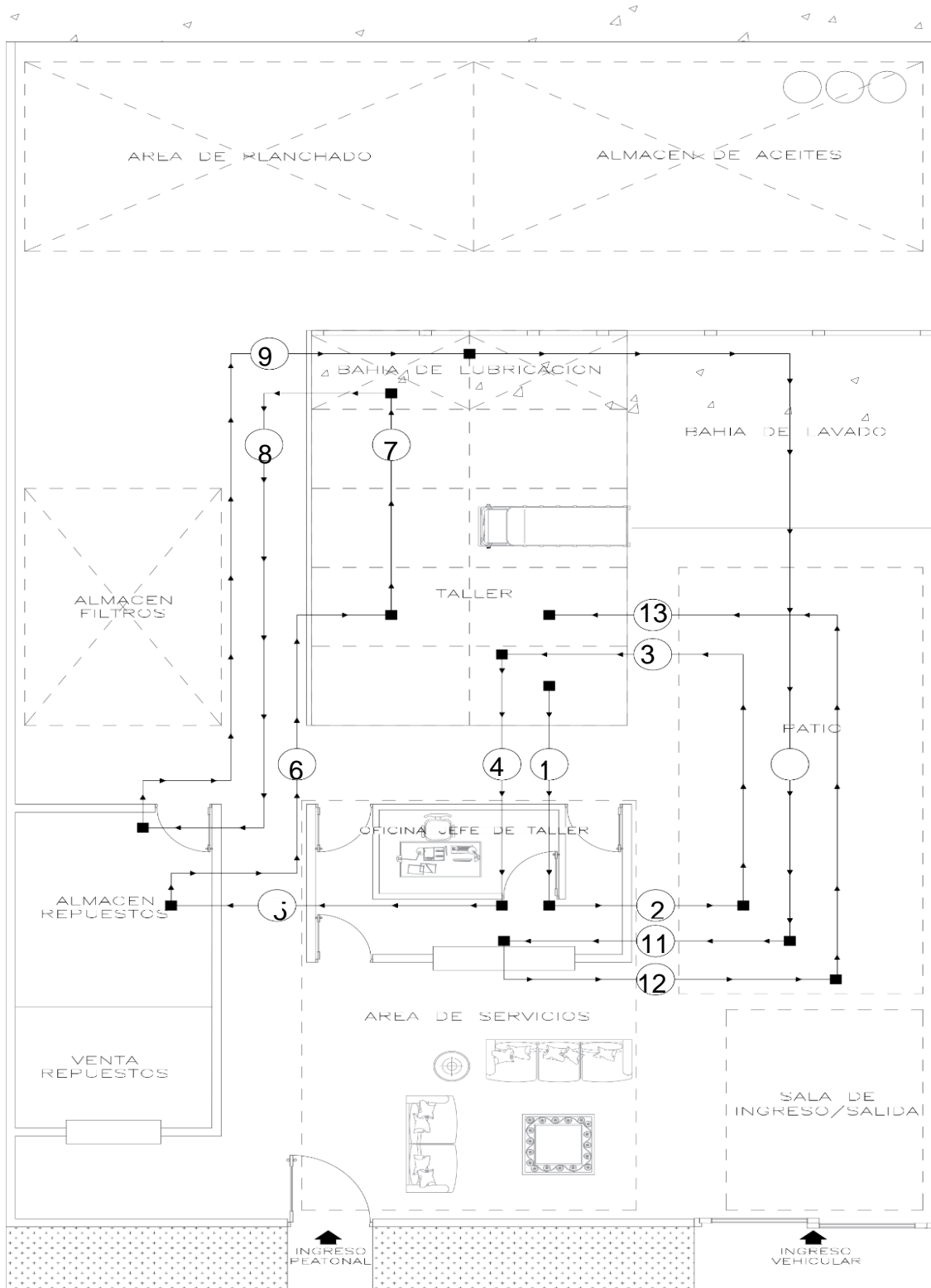




Asimismo, se muestra el diagrama de recorrido que el técnico realizó para el mantenimiento PM1, teniendo así, 25 recorridos por el taller de operaciones en todo el proceso inicial



Figura 11.
Diagrama de Recorrido Inicial



Nota. Dimensión: 15x20.5cm. Escala 1cm:1.50 mtrs



4.3. Determinación del Tiempo Estándar Inicial

Para determinar el Tiempo Estándar inicial es fundamental desarrollar paso a paso el estudio de tiempos, para lo cual se procede, en primer lugar con la toma de tiempos de las actividades del proceso desglosadas del DOP, según las actividades que a continuación se detallan:

Tabla 5.

Actividades desglosadas del DOP inicial

N°	Actividades	N°	Actividades
1	Llegada del técnico encargado del área de servicios	35	Dirigirse al cambio de aceite de caja
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja
3	Dirigirse al patio	37	Drenar el aceite
4	Subirse a la unidad	38	Probar la unidad
5	Llevar la unidad al taller	39	Bajar de la unidad
6	Lectura de la orden de servicio	40	Terminar de drenar el aceite faltante
7	Revisión de la unidad	41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja
8	Registro de las fallas	42	Enmarcar con spray los tapones
9	Ir al área de servicios	43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja de corona
10	Pedir repuestos al asesor	44	Llenar el tanque de aceite de caja
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	45	Dirigirse al cambio de aceite de corona
12	Entrega de la orden al técnico	46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona
13	Caminar al almacén a pedir repuestos	47	Drenar el aceite
14	Pedido de repuestos	48	Probar la unidad
15	Esperar la entrega de repuestos	49	Bajar de la unidad
16	Regresar al taller con los repuestos	50	Terminar de drenar el aceite faltante
17	Ingresar a la bahía de lubricación	51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona
18	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	52	Enmarcar con spray los tapones
19	Drenar el aceite	53	Probar la unidad
20	Probar la unidad	54	Bajar de la unidad
21	Bajar de la unidad	55	Llenar de aceite cada eje de las llantas
22	Terminar de drenar el aceite faltante	56	Revisión general de la unidad
23	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	57	Llevar la unidad al patio
24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	58	Bajarse de la unidad
25	Sacar los 4 filtros de motor	59	Dirigirse al área de servicios
26	Enmarcar con spray los tapones	60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo



27	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	61	Esperar la llegada del cliente
28	Esperar la entrega del aceite	62	Informar al cliente el servicio realizado
29	Regresar a la bahía de lubricación	63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor
30	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	64	Encender la unidad
31	Llenar el tanque de aceite de motor	65	Verificar el servicio realizado
32	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	66	Apagar la unidad
33	Probar la unidad	67	Dirigirse al taller
34	Bajar de la unidad		

4.3.1. Tiempos cronometrados

Para la toma de tiempos cronometrados, se observó el proceso durante 27 días considerando un turno de trabajo de 8 horas durante los meses de marzo, abril y mayo, de las cuales se obtiene el tiempo por actividad dentro del proceso y el tiempo total del proceso por día.

Se puede observar que el tiempo más largo para el proceso fue de 220.7 min y el tiempo menor fue de 210 min durante los 27 días observados, según el cuadro demostrativo que se especifica en la tabla 6 del registro de toma de tiempos inicial.



Tabla 0.
Registro de Toma de Tiempos Inicial

REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																													
EMPRESA: Automotriz Andina S.A														Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani/Heidy Cajigas Contreras.															
AREA: Mantenimiento														PROCESO: Mantenimiento															
N°	Actividades	Número de observaciones (minutos)																										Total (min)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		27
1	Llegada del técnico a cargo al área de servicios	6.5	6.3	6.6	6.0	6.5	7.4	7.5	7.1	6.9	7.1	7.4	7.9	6.3	6.2	6.5	6.1	7.3	7.9	8.1	6.8	7.2	5.9	7.4	7.6	6.0	7.2	7.3	187.0
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	1.8	1.8	1.9	2.0	2.4	2.3	2.5	2.8	3.0	2.5	2.4	2.2	2.0	2.0	1.9	2.5	2.1	2.3	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.2	2.1	2.2	59.1	
3	Dirigirse al patio	2.8	2.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.3	2.9	2.9	2.5	2.6	2.5	2.1	2.6	2.6	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.5	3.0	3.0	3.3	3.3	3.5	3.5	80.1
4	Subirse a la unidad	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	1.9	2.0	2.0	1.8	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	2.6	2.1	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	2.1	1.8	2.0	55.5
5	Llevar la unidad al taller	4.3	5.3	5.5	5.0	5.0	5.7	5.5	5.1	5.3	4.6	4.7	4.7	6.0	5.6	4.7	4.6	4.5	5.5	4.5	4.4	5.6	5.4	5.4	5.5	5.1	5.1	5.0	137.6
6	Lectura de la orden de servicio	2.5	2.9	2.5	2.8	2.9	2.9	2.3	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.0	2.8	3.2	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4	3.3	3.5	3.5	79.6
7	Revisión de la unidad	7.7	6.4	7.0	7.3	7.9	8.0	7.4	6.6	6.5	7.4	7.5	7.3	6.5	7.0	6.9	7.6	7.7	7.7	6.7	7.3	6.6	6.6	6.0	7.4	7.9	6.8	7.0	192.7
8	Registro de las fallas	3.0	2.8	2.9	3.5	3.8	3.5	3.5	3.0	3.1	2.9	3.3	3.5	3.6	3.7	3.7	4.0	4.1	4.1	3.9	3.7	2.9	3.2	3.0	2.6	3.0	4.0	4.0	92.3
9	Ir al área de servicios	6.8	6.5	7.0	6.3	6.5	7.4	7.1	7.1	6.9	7.1	7.0	7.5	6.3	6.4	6.5	6.1	7.3	7.0	7.7	7.0	7.0	7.0	7.3	7.6	6.6	7.2	7.7	187.9
10	Pedir repuestos al asesor	4.8	5.3	5.5	5.0	4.9	5.0	5.5	5.1	4.8	5.5	4.8	4.7	5.5	5.6	4.1	4.8	4.5	5.5	5.1	5.4	5.0	4.8	5.0	5.5	5.1	4.8	5.0	136.6
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	9.8	11.0	9.9	10.7	10.5	9.3	10.0	9.5	9.8	10.0	9.7	10.7	10.8	9.5	10.5	10.5	10.0	10.0	9.5	9.7	10.4	10.5	10.4	10.4	9.0	9.6	9.7	271.4
12	Entrega de la orden al técnico	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	26.2
13	Caminar a almacén a pedir repuestos	5.0	4.7	3.8	4.8	3.9	5.0	4.0	3.9	3.7	3.8	4.0	4.7	4.8	3.7	4.1	3.5	3.5	4.3	4.0	4.8	4.5	3.7	4.0	4.0	3.7	3.5	3.0	110.4
14	Pedido de repuestos	1.8	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	2.6	2.0	2.1	2.5	1.5	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	55.3
15	Esperar la entrega de repuestos	9.5	10.5	10.5	10.0	10.0	9.5	9.7	10.0	10.4	10.5	10.4	10.4	9.0	9.6	9.7	10.7	10.5	9.3	10.0	9.5	9.8	10.0	9.8	11.0	9.9	10.7	10.0	270.9
16	Regresar a taller con los repuestos	2.5	3.0	3.0	2.9	2.8	3.2	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4	3.3	3.5	3.5	3.5	2.8	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.3	2.9	79.5
17	Ingresar a la bahía de lubricación	2.1	2.3	2.3	2.3	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	2.4	2.1	1.9	2.0	2.0	1.8	2.0	2.6	2.0	2.1	2.5	1.5	1.8	2.0	55.5	
18	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	26.3
19	Drenar el aceite	8.7	8.4	7.0	7.5	7.5	8.0	8.1	8.5	7.7	7.4	8.0	8.0	8.3	8.0	8.3	7.6	7.7	7.7	8.5	8.4	8.4	7.6	7.0	7.4	7.9	8.0	7.7	213.3
20	Probar la unidad	2.3	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.5	1.5	2.0	2.0	1.8	2.3	2.4	2.1	1.9	2.0	2.1	2.3	2.3	2.3	1.8	55.2
21	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	26.4
22	Terminar de drenar el aceite faltante	5.5	4.8	4.7	5.0	4.8	5.0	5.5	5.1	4.8	5.0	5.0	5.5	5.1	4.8	5.5	4.8	4.8	5.3	5.5	5.0	4.9	5.5	5.6	4.1	4.8	4.5	5.0	135.9



N°	Actividades	Número de observaciones (minutos)																									Total (min)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		26	27
23	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	1.2	1.3	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	27.0
24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	12.7
25	Sacar los 4 filtros de motor	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	26.7
26	Enmarcar con spray los tapones	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	1.0	26.7
27	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	2.8	2.9	2.9	2.5	2.5	2.5	2.3	2.9	2.9	2.8	3.0	2.7	2.5	3.5	3.0	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	79.1
28	Esperar la entrega del aceite	2.1	2.5	1.5	2.0	2.0	1.8	2.3	2.0	2.1	1.9	2.0	2.1	2.3	2.3	2.3	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.5	1.5	2.4	2.1	1.9	2.0	55.3
29	Regresar a la bahía de lubricación	3.7	4.0	4.6	4.6	3.6	4.7	3.9	3.2	3.0	3.6	3.0	4.0	4.0	3.9	3.8	3.6	4.7	3.7	4.5	3.5	3.6	4.0	4.0	4.2	4.5	4.5	4.5	106.9
30	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	26.5
31	Llenar el tanque de aceite de motor	1.2	1.6	1.3	1.5	1.2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.2	1.5	1.5	1.5	1.4	1.0	1.0	1.0	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	36.8
32	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	27.5	
33	Probar la unidad	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	2.1	2.3	2.3	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	2.0	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.8	1.8	2.0	2.0	55.1
34	Bajar de la unidad	1.2	1.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	27.4
35	Dirigirse al cambio de aceite de caja	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	12.7
36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	26.8
37	Drenar el aceite	8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.3	8.0	8.3	7.6	7.7	7.7	8.5	8.4	8.4	7.6	7.0	7.4	7.9	8.0	7.7	8.0	8.1	8.5	7.7	7.4	8.0	8.0	214.7
38	Probar la unidad	2.3	2.0	2.3	2.3	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	2.0	2.1	1.9	2.1	54.4
39	Bajar de la unidad	1.3	1.3	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	28.1
40	Terminar de drenar el aceite faltante	4.7	5.0	5.0	5.5	4.5	5.0	5.0	5.4	5.0	5.0	5.1	5.4	5.0	5.0	5.1	4.5	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.4	5.4	5.5	5.0	5.0	136.5
41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	0.9	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	27.6
42	Enmarcar con spray los tapones	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	0.9	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	28.3
43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.3	1.0	0.9	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.3	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	28.2
44	Llenar el tanque de aceite de caja	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.2	1.3	1.3	1.5	1.3	1.0	1.0	1.0	1.2	36.6
45	Dirigirse al cambio de aceite de corona	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	12.7



N°	Actividades	Número de observaciones (minutos)																									Total (min)			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		26	27	
46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	25.5	
47	Drenar el aceite	7.6	7.0	7.4	7.9	8.0	7.7	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.3	8.0	8.3	7.6	8.7	7.7	8.5	8.4	8.4	7.6	7.6	214.8		
48	Probar la unidad	1.8	2.0	1.5	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	1.5	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	1.8	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.8	1.8	1.8	52.8		
49	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	25.9		
50	Terminar de drenar el aceite faltante	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4	5.4	5.5	5.0	5.0	5.0	5.4	5.0	5.0	5.1	5.4	5.0	5.0	5.0	138.1		
51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	25.5		
52	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	26.1		
53	Probar la unidad	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.3	2.0	2.0	2.0	1.5	2.3	2.0	2.0	2.3	2.0	2.1	53.9		
54	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	26.0		
55	Llenar de aceite cada eje de las llantas	8.6	8.0	8.4	8.9	8.0	8.7	8.0	8.1	8.0	8.5	8.5	8.5	9.0	9.0	9.0	8.0	8.3	9.0	9.0	8.6	8.7	7.7	8.5	8.4	8.4	8.6	8.6	229.0	
56	Revisión general de la unidad	4.8	5.0	5.0	5.4	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	5.4	5.4	5.5	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8	5.0	5.1	5.4	5.4	5.0	137.3	
57	Llevar la unidad al patio	5.0	5.0	4.8	4.8	5.0	5.1	5.0	4.8	4.8	5.0	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.4	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	5.0	5.0	134.5	
58	Bajarse de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	25.6	
59	Dirigirse al área de servicios	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.0	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4	3.4	3.0	3.0	82.0	
60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo	3.5	3.9	3.5	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	81.9	
61	Esperar la llegada del cliente	5.0	4.9	4.9	5.0	5.0	5.4	5.5	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8	5.4	5.5	5.0	5.0	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.8	136.3	
62	Informar al cliente el servicio realizado	10.5	10.5	10.0	10.0	10.0	9.5	9.8	9.8	10.0	10.0	10.4	10.4	9.5	9.6	9.7	10.1	10.5	10.3	10.0	10.5	9.8	10.0	9.8	10.4	10.5	10.1	10.0	271.7	
63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	80.2	
64	Encender la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	25.9	
65	Verificar el servicio realizado	4.8	5.0	5.4	5.5	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8	4.6	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4	5.5	5.0	5.0	4.6	4.5	4.8	5.4	5.5	5.5	5.0	136.6	
66	Apagar la unidad	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	1.2	1.2	1.0	1.0	25.7
67	Dirigirse al taller	7.3	7.3	7.3	7.3	7.0	7.7	7.0	7.0	7.0	7.3	7.6	6.6	7.2	7.7	7.4	7.1	7.1	6.9	7.1	7.0	7.5	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5	190.1	
	Total (min)	213.9	215.5	213.9	217.3	213.9	220.7	217.3	211.9	210.0	213.1	212.9	217.7	215.9	213.5	213.3	210.8	215.0	219.0	219.1	212.7	215.6	210.7	213.8	218.4	212.0	213.1	213.3	5794.4	



Para calcular el promedio del tiempo que se observa en la Tabla 6. (Registro de Toma de Tiempos Inicial), se procedió a determinar el número de muestras, según muestreo estadístico, presentando un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error de ± 5 siguiendo la fórmula que se indica por Cardona et al (2017):

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

LEYENDA:

n: tamaño de muestra

n': número de observaciones preliminares

\sum : suma de valores

X: valor de las observaciones

Por lo tanto, en la Tabla 7. (Cálculo de Número de Muestra Inicial) se observa el número de muestras a tomar en cuenta para seguir con el proceso de determinación del tiempo estándar.

Tabla 7.

Cálculo de Número de Muestra Inicial

Empresa Automotriz Andina S.A.				
Área: Mantenimiento			Proceso: Mantenimiento	
Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani / Heidy Cajigas Contreras				
Ítem	Actividades	$\sum x$	$\sum(x)^2$	# de muestras
1	Llegada del técnico a cargo del área de servicios	187.0	1305.8	13
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	59.1	131.6	27
3	Dirigirse al patio	80.1	241.7	27
4	Subirse a la unidad	55.5	115.2	16
5	Llevar la unidad al taller	137.6	706.7	12
6	Lectura de la orden de servicio	79.6	238.2	24
7	Revisión de la unidad	192.7	1382.7	9
8	Registro de las fallas	92.3	320.9	27
9	Ir al área de servicios	187.9	1312.7	6
10	Pedir repuestos al asesor	136.6	694.5	8
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	271.4	2734.9	4
12	Entrega de la orden al técnico	26.2	25.8	26
13	Caminar al almacén a pedir repuestos	110.4	458.7	26
14	Pedido de repuestos	55.3	115.0	24



15	Esperar la entrega de repuestos	270.9	2724.1	4
16	Regresar al taller con los repuestos	79.5	237.6	24
17	Ingresar a la bahía de lubricación	55.5	115.6	21
18	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	26.3	26.0	22
19	Drenar el aceite	213.3	1690.4	5
20	Probar la unidad	55.2	114.1	18
21	Bajar de la unidad	26.4	26.1	18
22	Terminar de drenar el aceite faltante	135.9	687.4	8
23	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	27.0	27.3	20
24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	12.7	6.0	15
25	Sacar los 4 filtros del motor	26.7	26.7	19
26	Enmarcar con spray los tapones	26.7	26.8	21
27	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	79.1	235.2	24
28	Esperar la entrega del aceite	55.3	114.9	23
29	Regresar a la bahía de lubricación	106.9	429.7	24
30	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	26.5	26.4	21
31	Llenar el tanque de aceite del motor	36.8	51.0	26
32	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	27.5	28.5	26
33	Probar la unidad	55.1	113.5	14
34	Bajar de la unidad	27.4	28.2	24
35	Dirigirse al cambio de aceite de caja	12.7	6.1	20
36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	26.8	26.9	18
37	Drenar el aceite	214.7	1710.9	3
38	Probar la unidad	54.4	110.9	19
39	Bajar de la unidad	28.1	29.7	25
40	Terminar de drenar el aceite faltante	136.5	692.3	5
41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	27.6	28.6	25
42	Enmarcar con spray los tapones	28.3	30.1	22
43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	28.2	29.9	23
44	Llenar el tanque de aceite de caja	36.6	50.4	25
45	Dirigirse al cambio de aceite de corona	12.7	6.1	20
46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	25.5	24.2	7
47	Drenar el aceite	214.8	1712.5	3
48	Probar la unidad	52.8	104.6	21
49	Bajar de la unidad	25.9	24.9	5
50	Terminar de drenar el aceite faltante	138.1	707.2	2
51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	25.5	24.3	12
52	Enmarcar con spray los tapones	26.1	25.3	6
53	Probar la unidad	53.9	108.7	17
54	Bajar de la unidad	26.0	25.2	8
55	Llenar de aceite cada eje de las llantas	229.0	1946.1	3
56	Revisión general de la unidad	137.3	699.5	3
57	Llevar la unidad al patio	134.5	670.7	2
58	Bajarse de la unidad	25.6	24.4	6
59	Dirigirse al área de servicios	82.0	253.1	26



60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo	81.9	252.7	27
61	Esperar la llegada del cliente	136.3	689.3	3
62	Informar al cliente el servicio realizado	271.7	2736.8	2
63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor	80.2	242.1	26
64	Encender la unidad	25.9	25.0	8
65	Verificar el servicio realizado	136.6	693.5	5
66	Apagar la unidad	25.7	24.7	15
67	Dirigirse al taller	190.1	1342.7	5



Tabla 8.

Promedio Inicial de Tiempos Observados

REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																												
EMPRESA: Automotriz Andina S.A														Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani/Heidy Cajigas Contreras.														
AREA: Mantenimiento														PROCESO: Mantenimiento														
N°	Actividades	Número de observaciones (minutos)																									Promedio(min)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		26
1	Llegada del técnico a cargo al área de servicios	6.5	6.3	6.6	6.0	6.5	7.4	7.5	7.1	6.9	7.1	7.4	7.9	6.3														6.9
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	1.8	1.8	1.9	2.0	2.4	2.3	2.5	2.8	3.0	2.5	2.4	2.2	2.0	2.0	1.9	2.5	2.1	2.3	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.2	2.1	2.2	2.2
3	Dirigirse al patio	2.8	2.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.3	2.9	2.9	2.5	2.6	2.5	2.1	2.6	2.6	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	2.5	3.0	3.0	3.3	3.3	3.5	3.5
4	Subirse a la unidad	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	1.9	2.0	2.0	1.8	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	2.6											2.1
5	Llevar la unidad al taller	4.3	5.3	5.5	5.0	5.0	5.7	5.5	5.1	5.3	4.6	4.7	4.7															5.1
6	Lectura de la orden de servicio	2.5	2.9	2.5	2.8	2.9	2.9	2.3	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.0	2.8	3.2	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4			2.9
7	Revisión de la unidad	7.7	6.4	7.0	7.3	7.9	8.0	7.4	6.6	6.5																		7.2
8	Registro de las fallas	3.0	2.8	2.9	3.5	3.8	3.5	3.5	3.0	3.1	2.9	3.3	3.5	3.6	3.7	3.7	4.0	4.1	4.1	3.9	3.7	2.9	3.2	3.0	2.6	3.0	4.0	4.0
9	Ir al área de servicios	6.8	6.5	7.0	6.3	6.5	7.4																					6.8
10	Pedir repuestos al asesor	4.8	5.3	5.5	5.0	4.9	5.0	5.5	5.1																			5.1
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	9.8	11.0	9.9	10.7																							10.4
12	Entrega de la orden al técnico	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	Caminar a almacén a pedir repuestos	5.0	4.7	3.8	4.8	3.9	5.0	4.0	3.9	3.7	3.8	4.0	4.7	4.8	3.7	4.1	3.5	3.5	4.3	4.0	4.8	4.5	3.7	4.0	4.0	3.7	3.5	4.1
14	Pedido de repuestos	1.8	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	2.6	2.0	2.1	2.5	1.5	1.8	1.8	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0			2.1
15	Esperar la entrega de repuestos	9.5	10.5	10.5	10.0																							10.1
16	Regresar a taller con los repuestos	2.5	3.0	3.0	2.9	2.8	3.2	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4	3.3	3.5	3.5	3.5	2.8	2.9	2.9	2.5	2.5			3.0
17	Ingresar a la bahía de lubricación	2.1	2.3	2.3	2.3	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.3	2.4	2.1	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.6						2.1
18	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.8	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8					1.0
19	Drenar el aceite	8.7	8.4	7.0	7.5	7.5																						7.8
20	Probar la unidad	2.3	1.8	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.5	1.5	2.0	2.0	1.8	2.3									2.0
21	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0									1.0



48	Probar la unidad	1.8	2.0	1.5	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	1.5	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	1.8	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9						
49	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																	1.0						
50	Terminar de drenar el aceite faltante	5.0	5.1																				5.1						
51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0										0.9						
52	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0																0.9						
53	Probar la unidad	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.3	2.0					2.0						
54	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0														1.0						
55	Llenar de aceite cada eje de las llantas	8.6	8.0	8.4																			8.3						
56	Revisión general de la unidad	4.8	5.0	5.0																			4.9						
57	Llevar la unidad al patio	5.0	5.0																				5.0						
58	Bajarse de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																1.0						
59	Dirigirse al área de servicios	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.0	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	3.4	3.4	3.0	3.0	
60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo	3.5	3.9	3.5	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0
61	Esperar la llegada del cliente	5.0	4.9	4.9																				4.9					
62	Informar al cliente el servicio realizado	10.5	10.5																					10.5					
63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.9	2.7	2.5	3.5	3.5	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	
64	Encender la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																1.0					
65	Verificar el servicio realizado	4.8	5.0	5.4	5.5	5.0																		5.1					
66	Apagar la unidad	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0								0.9					
67	Dirigirse al taller	7.3	7.3	7.3	7.3	7.0																		7.2					



En la Tabla 7. (Cálculo de Número de Muestra Inicial), se observa la cantidad de muestras que se debe tener en cuenta para sacar el promedio de los tiempos observados, la cual fue desarrollado en la Tabla 8. Promedio Inicial de Tiempos Observados

Para calcular el Tiempo Estándar, primero se utilizó el sistema Westinghouse para evaluar al trabajador considerando factores como la habilidad, esfuerzo, condición y consistencia, adeacuerdo a lo especificado en la Figura 5. (Sistema Westinghouse)

Tabla 9.
Suplementos y Tolerancia

SUPLEMENTOS	
Suplementos Constantes	
Por necesidades Personales	5%
Por fatiga	4%
Suplementos Variables	
Por trabajo de pie	2%
Por postura anormal	0
Uso de fuerza	1%
Mala iluminación	0
Condiciones atmosféricas	0
Concentración intensa	0
Nivel de ruido (Continuo)	0
Tensión mental	0
Monotonía	0
Tedio	0
Total, Tolerancia	12%

Nota. Adaptado de “Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017” por Montero et al (2018), *Revista Científica EPígmalión*, 1(1).

En esta tabla se ha considerando el 12% de tolerancia para hombres por necesidades personales, por fatiga, trabajo de pie y nivel de ruido.



Tabla 10.

Cálculo del Tiempo Estándar Inicial

N°	Actividades	Tiempo promedio (min)	Westinghouse				1+FC	Tiempo Normal (min)	Tolerancia	Tiempo Estándar (min)
			H	E	CD	CS				
1	Llegada del técnico a cargo del área de servicios	6.9	0	0	0.02	0.01	1.03	7.1	0.12	7.9
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	2.2	0.03	0	0.02	0.01	1.06	2.3	0.12	2.6
3	Dirigirse al patio	3.0	0.03	0	0.02	0.01	1.06	3.1	0.12	3.5
4	Subirse a la unidad	2.1	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	2.4	0.12	2.7
5	Llevar la unidad al taller	5.1	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	5.6	0.12	6.3
6	Lectura de la orden de servicio	2.9	0.03	0.08	0.02	0.01	1.14	3.3	0.12	3.7
7	Revisión de la unidad	7.2	0.08	0.08	0.02	0.01	1.19	8.6	0.12	9.6
8	Registro de las fallas	3.4	0.06	0.05	0.02	0.01	1.14	3.9	0.12	4.4
9	Ir al área de servicios	6.8	0	0	0.02	0.01	1.03	7.0	0.12	7.8
10	Pedir repuestos al asesor	5.1	0	0.02	0.02	0.01	1.05	5.4	0.12	6.0
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	10.4	0	0	0	0	1	10.4	0.12	11.6
12	Entrega de la orden al técnico	1.0	0.03	0	0.02	0.01	1.06	1.0	0.12	1.2
13	Caminar al almacén a pedir repuestos	4.1	0	0	0.02	0.01	1.03	4.3	0.12	4.8
14	Pedido de repuestos	2.1	0	0.02	0.02	0.01	1.05	2.2	0.12	2.4
15	Esperar la entrega de repuestos	10.1	0	0	0	0	1	10.1	0.12	11.3
16	Regresar al taller con los repuestos	3.0	0.03	0.05	0.02	0.01	1.11	3.3	0.12	3.7
17	Ingresar a la bahía de lubricación	2.1	0	0	0.02	0.01	1.03	2.1	0.12	2.4
18	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.2
19	Drenar el aceite	7.8	0	0.02	0.02	0.01	1.05	8.2	0.12	9.2
20	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.2	0.12	2.4
21	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.2
22	Terminar de drenar el aceite faltante	5.1	0	0.02	0.02	0.01	1.05	5.3	0.12	5.9
23	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.3



24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	0.5	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.5	0.12	0.6
25	Sacar los 4 filtros del motor	1.0	0.03	0.05	0.02	0.01	1.11	1.1	0.12	1.2
26	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.1	0.12	1.2
27	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido	2.9	0	0	0.02	0.01	1.03	3.0	0.12	3.4
28	Esperar la entrega del aceite	2.0	0	0	0.02	0.01	1.03	2.1	0.12	2.4
29	Regresar a la bahía de lubricación	3.9	0	0	0.02	0.01	1.03	4.0	0.12	4.5
30	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.2
31	Llenar el tanque de aceite del motor	1.4	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.5	0.12	1.7
32	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.3
33	Probar la unidad	2.1	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.3	0.12	2.5
34	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.2
35	Dirigirse al cambio de aceite de caja	0.5	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.5	0.12	0.6
36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.3
37	Drenar el aceite	8.2	0	0.02	0.02	0.01	1.05	8.6	0.12	9.6
38	Probar la unidad	2.1	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.2	0.12	2.5
39	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.3
40	Terminar de drenar el aceite faltante	4.9	0	0.02	0.02	0.01	1.05	5.2	0.12	5.8
41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.3
42	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.1	0.12	1.3
43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.3
44	Llenar el tanque de aceite de caja	1.4	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.5	0.12	1.7
45	Dirigirse al cambio de aceite de corona	0.5	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.5	0.12	0.6
46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.2
47	Drenar el aceite	7.3	0	0.02	0.02	0.01	1.05	7.7	0.12	8.6
48	Probar la unidad	1.9	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.1	0.12	2.4
49	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.2
50	Terminar de drenar el aceite faltante	5.1	0	0.02	0.02	0.01	1.05	5.3	0.12	5.9



51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.0	0.12	1.2
52	Enmarcar con spray los tapones	0.9	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.0	0.12	1.1
53	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.1	0.12	2.4
54	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.2
55	Llenar de aceite cada eje de las llantas	8.3	0	0.05	0.02	0.01	1.08	9.0	0.12	10.1
56	Revisión general de la unidad	4.9	0.03	0.08	0.02	0.01	1.14	5.6	0.12	6.3
57	Llevar la unidad al patio	5.0	0	0.02	0.02	0.01	1.05	5.3	0.12	5.9
58	Bajarse de la unidad	1.0	0.03	0	0.02	0.01	1.06	1.1	0.12	1.2
59	Dirigirse al área de servicios	3.0	0.03	0	0.02	0.01	1.06	3.2	0.12	3.6
60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo	3.0	0	0.02	0.02	0.01	1.05	3.2	0.12	3.6
61	Esperar la llegada del cliente	4.9	0	0	0.02	0.01	1.03	5.1	0.12	5.7
62	Informar al cliente el servicio realizado	10.5	0.06	0.05	0.02	0.01	1.14	12.0	0.12	13.4
63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor	3.0	0	0	0.02	0.01	1.03	3.1	0.12	3.4
64	Encender la unidad	1.0	0.03	0	0.02	0.01	1.06	1.1	0.12	1.2
65	Verificar el servicio realizado	5.1	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	5.7	0.12	6.4
66	Apagar la unidad	0.9	0.03	0	0.02	0.01	1.06	1.0	0.12	1.1
67	Dirigirse al taller	7.2	0	0	0.02	0.01	1.03	7.5	0.12	8.4
TOTAL								229.5	0.12	257.0

Teniendo en cuenta que:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ promedio \times (1 + factor\ de\ calificación)$$

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplemento)$$



De acuerdo a la Tabla 10, (Cálculo del Tiempo Estándar Inicial) se obtuvo que el Tiempo Estándar para el proceso de mantenimiento fue de 257 min, por lo tanto, para culminar con una orden de servicio el trabajador se toma 257 min, es decir 4 horas con 17 minutos.

4.3.2. Procedimientos de trabajo

Primero, para hallar los tiempos productivos e improductivos del proceso de mantenimiento PM1 se procedió a realizar el análisis en la figura 12. (Diagrama de Análisis de Procesos DAP) que se muestra a continuación.



Figura 12.

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de Mantenimiento Inicial

Diagrama de Análisis de Procesos				Empresa Automotriz Andina S.A				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Nº parcial	Nº total					
○	Operación	37	67	Diagrama Nº: 1				
□	Inspección	8		Proceso: Mantenimiento				
⇒	Transporte	14		Area: Mantenimiento				
D	Espera	8		TIEMPO TOTAL (Minutos): 257 min.				
▽	Almacenamiento	0						
DESCRIPCIÓN		Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenar	Tiempo	OBSERVACIONES
		○	□	⇒	D	▽	Min.	
1	Llegada del técnico a cargo del área de servicios				●		7.9	No agrega valor
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	●					2.6	
3	Dirigirse al patio			●			3.5	No agrega valor
4	Subirse a la unidad	●					2.7	
5	Llevar la unidad al taller			●			6.3	No agrega valor
6	Lectura de la orden de servicio	●					3.7	
7	Revisión de la unidad		●				9.6	
8	Registro de las fallas	●					4.4	
9	Ir al área de servicios			●			7.8	No agrega valor
10	Pedir repuestos al asesor	●					6.0	
11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden				●		11.6	Exceso de tiempo
12	Entrega de la orden al técnico	●					1.2	
13	Caminar al almacén a pedir repuestos			●			4.8	No agrega valor
14	Pedido de repuestos	●					2.4	
15	Esperar la entrega de repuestos				●		11.3	No agrega valor
16	Regresar al taller con los repuestos			●			3.7	
17	Ingresar a la bahía de lubricación	●					2.4	



DESCRIPCIÓN		Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenar	Tiempo	OBSERVACIONES
		○	□	➔	D	▽	Min.	
18	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.2	
19	Drenar el aceite	●					9.2	Exceso de tiempo
20	Probar la unidad		●				2.4	
21	Bajar de la unidad	●					1.2	
22	Terminar de drenar el aceite faltante				●		5.9	Exceso de tiempo
23	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	●					1.3	
24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros			●			0.6	
25	Sacar los 4 filtros del motor	●					1.2	
26	Enmarcar con spray los taponés	●					1.2	
27	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido			●			3.4	No agrega valor
28	Esperar la entrega del aceite				●		2.4	
29	Regresar a la bahía de lubricación			●			4.5	
30	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.2	
31	Llenar el tanque de aceite del motor	●					1.7	
32	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.3	
33	Probar la unidad		●				2.5	
34	Bajar de la unidad	●					1.2	
35	Dirigirse al cambio de aceite de caja			●			0.6	
36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.3	
37	Drenar el aceite	●					9.6	Exceso de tiempo
38	Probar la unidad		●				2.5	
39	Bajar de la unidad	●					1.3	
40	Terminar de drenar el aceite faltante				●		5.8	Exceso de tiempo
41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.3	
42	Enmarcar con spray los taponés	●					1.3	
43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.3	
44	Llenar el tanque de aceite de caja	●					1.7	
45	Dirigirse al cambio de aceite de corona			●			0.6	
46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.2	



DESCRIPCIÓN	Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenar	Tiempo	OBSERVACIONES
	○	□	⇨	D	▽	Min.	
47 Drenar el aceite	●					8.6	Exceso de tiempo
48 Probar la unidad		●				2.4	
49 Bajar de la unidad	●					1.2	
50 Terminar de drenar el aceite faltante				●		5.9	Exceso de tiempo
51 Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.2	
52 Enmarcar con spray los taponos	●					1.1	
53 Probar la unidad		●				2.4	
54 Bajar de la unidad	●					1.2	
55 Llenar de aceite cada eje de las llantas	●					10.1	
56 Revisión general de la unidad		●				6.3	
57 Llevar la unidad al patio			●			5.9	No agrega valor
58 Bajarse de la unidad	●					1.2	
59 Dirigirse al área de servicios			●			3.6	No agrega valor
60 Informar al asesor que el mantenimiento está completo	●					3.6	
61 Esperar la llegada del cliente				●		5.7	No agrega valor
62 Informar al cliente el servicio realizado	●					13.4	Exceso de tiempo
63 Dirigirse al patio con el cliente y el asesor			●			3.4	No agrega valor
64 Encender la unidad	●					1.2	
65 Verificar el servicio realizado		●				6.4	
66 Apagar la unidad	●					1.1	
67 Dirigirse al taller			●			8.4	No agrega valor
TOTAL	37	8	14	8	0		

En la figura 12. (Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de Mantenimiento Inicial, se observa que se tuvo un total de 67 actividades: 14 transportes, 37 operaciones, 8 espera, 8 inspecciones y 0 almacenamiento.

Teniendo así que el tiempo de las actividades que añaden valor son de operación y de inspección (45) con un total de 143.4 min del proceso, además las actividades que no añaden valor son de transporte y espera (22), que tuvo un total de 113.6 min, como resultado se obtuvo un 67.2%. como se muestra en la siguiente formula.



$$IA = \frac{(TA - TANV)}{TA} \times 100$$

$$IAV = \frac{67 - 22}{67} \times 100 = 67.2\%$$

4.3.2.1. Descripción de las actividades

- 1. Llegada del técnico a cargo del área de servicios:** El técnico disponible es llamado para recoger la orden de servicio al área de servicios, tomando un tiempo de 7.9 min.
- 2. Entrega de la orden de servicio al técnico:** El asesor entrega la orden de servicio al técnico y le explica brevemente lo que el cliente le indicó, tomando un tiempo de 2.6 min.
- 3. Dirigirse al patio:** Esta actividad es realizada para que el técnico verifique y recoja la unidad a la que le hará el mantenimiento, tomando un tiempo de 3.5 min.
- 4. Subirse a la unidad:** El técnico se sube a la unidad a la que le hará el mantenimiento y se encuentra listo para arrancar y llevársela, tomando un tiempo de 2.7 min.
- 5. Llevar la unidad al taller:** La unidad es llevada al taller donde se realizará el servicio de mantenimiento, tomando un tiempo de 6.3 min.
- 6. Lectura de la orden de servicio:** Cuando el técnico llega al taller, procede a leer la orden de servicio para informarse de las fallas que reporta el cliente, tomando un tiempo de 3.7 min.
- 7. Revisión de la unidad:** El técnico procede a revisar las fallas reportadas por el cliente, asimismo, las fallas comunes que puede tener un vehículo. Este proceso le toma 9.6 min.
- 8. Registro de las fallas:** El técnico procede a registrar las fallas encontradas en la orden de servicio, tomando un tiempo de 4.4 min.
- 9. Ir al área de servicios:** El técnico se dirige al área de servicios a pedir repuestos para el servicio, tomando un tiempo de 7.8 min.
- 10. Pedir repuestos al asesor:** El técnico pide los repuestos necesarios para realizar el proceso de mantenimiento de la unidad, esto le toma 6 min.
- 11. Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden:** El técnico espera que el asesor cargue los repuestos al software por aproximadamente 11.6 min, ya que sin esta autorización no le pueden entregar los repuestos.



12. **Entrega de la orden al técnico:** Una vez cargado los repuestos, se le entrega la orden de servicios actualizada con los repuestos, tomando este procedimiento 1.2 min.
13. **Caminar al almacén a pedir repuestos:** El técnico se dirige del área de servicios al almacén, tomando un tiempo de 4.8 min.
14. **Pedido de repuestos:** El técnico pide los repuestos al encargado de almacén mostrándole la orden de servicio, tomando un tiempo de 2.4 min.
15. **Esperar la entrega de repuestos:** El técnico espera los repuestos, mientras que el encargado de almacén busca los repuestos para entregarlos, tomando un tiempo de 11.3 min.
16. **Regresar al taller con los repuestos:** Una vez entregados los repuestos, el técnico se dirige al taller para proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 3.7 min.
17. **Ingresar a la bahía de lubricación:** El técnico se dirige a la bahía de lubricación dentro del taller, tomándole 2.4 min.
18. **Abrir la tapa del tanque de aceite del motor:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite del motor en un tiempo de 1.2 min.
19. **Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 9.2 min.
20. **Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.4 min.
21. **Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.2 min.
22. **Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar esta actividad que toma 5.9 min.
23. **Colocar la tapa del tanque de aceite del motor:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite de motor, ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.3 min.
24. **Dirigirse al lugar de cambio de filtros:** Se dirige al lugar de cambio de filtros en un tiempo de 0.6 min.
25. **Sacar los 4 filtros del motor:** El técnico procede a sacar los 4 filtros del motor para limpiarlos, tomando un tiempo de 1.2 min.



26. **Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.2 min.
27. **Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido:** El técnico procede a ir al otro almacén para pedirle al encargado la entrega de su pedido de aceite, tomando un tiempo de 3.4 min.
28. **Esperar la entrega del aceite:** El técnico espera la entrega del pedido de aceite unos 2.4 min.
29. **Regresar a la bahía de lubricación:** Una vez obtenido el pedido, regresa a la bahía de lubricación para proseguir el mantenimiento, esta actividad se realiza en 4.5 min.
30. **Abrir la tapa del tanque de aceite del motor:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite del motor, en un tiempo de 1.2 min.
31. **Llenar el tanque de aceite del motor:** El técnico procede a llenar el tanque de aceite del motor, lo cual le toma 1.7 min.
32. **Colocar la tapa del tanque de aceite del motor:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite del motor, ya que terminó de llenar el aceite, tomando 1.3 min.
33. **Probar la unidad:** El técnico procede a subirse al vehículo y arrancar para verificar si el motor se encuentra funcionando de manera correcta, tomándole un tiempo de 2.5 min.
34. **Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.3 min.
35. **Dirigirse al cambio de aceite de caja:** Se dirige al lugar de cambio de aceite de caja en un tiempo de 0.6 min.
36. **Abrir la tapa del tanque de aceite de caja:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de caja en un tiempo de 1.3 min.
37. **Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 9.6 min.
38. **Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.5 min.
39. **Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.3 min.



- 40. Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar esta actividad que toma 5.8 min.
- 41. Colocar la tapa del tanque de aceite de caja:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite del motor, ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.3 min.
- 42. Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.3 min.
- 43. Abrir la tapa del tanque de aceite de caja:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de caja en un tiempo de 1.3 min.
- 44. Llenar el tanque de aceite de caja:** El técnico procede a llenar el tanque de aceite de caja, lo cual le toma 1.7 min.
- 45. Dirigirse al cambio de aceite de corona:** Se dirige al lugar de cambio de aceite de corona en un tiempo de 0.6 min.
- 46. Abrir la tapa del tanque de aceite de corona:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de corona en un tiempo de 1.2 min.
- 47. Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 8.6 min.
- 48. Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.4 min.
- 49. Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.2 min.
- 50. Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar esta actividad que toma 5.9 min.
- 51. Colocar la tapa del tanque de aceite de corona:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite de corona, ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.2 min.
- 52. Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.1 min.
- 53. Probar la unidad:** El técnico procede a subirse al vehículo y arrancar para verificar si la caja se encuentra funcionando de manera correcta, tomándole un tiempo de 2.4 min.



- 54. Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.2 min.
- 55. Llenar de aceite cada eje de las llantas:** El técnico lubrica los ejes de las llantas tomándole un tiempo de 10.1 min.
- 56. Revisión general de la unidad:** Dentro de esta actividad el técnico llena de aceite el tanque de aceite de corona y revisa que todo se encuentre funcionando y en buen estado.
- 57. Llevar la unidad al patio:** Subir al vehículo y llevárselo al patio para que el cliente lo recoja, tomándole un tiempo de 5.9 min
- 58. Bajarse de la unidad:** Bajarse del vehículo para realizar la siguiente actividad, tomándole un tiempo de 1.2 min
- 59. Dirigirse al área de servicios:** El técnico se dirige al área de servicios a informar sobre el servicio, tomándole un tiempo de 3.6 min
- 60. Informar al asesor que el mantenimiento está completo:** El técnico informa que el mantenimiento de la unidad está terminada al asesor, tomándole un tiempo de 3.6 min
- 61. Esperar la llegada del cliente:** El técnico espera que el cliente llegue al área de servicios, tomándole un tiempo de 5.7 min.
- 62. Informar al cliente el servicio realizado:** El técnico informa sobre las fallas de la unidad, lo que se reemplazó si fuera el caso y recomendaciones de cuidado, en un tiempo de 13.4 min.
- 63. Dirigirse al patio con el cliente y asesor:** El técnico, junto con el asesor y el cliente se dirigen al patio donde se encuentra la unidad, en un tiempo de 3.4 min.
- 64. Encender la unidad:** El técnico enciende el vehículo para comprobar su correcto funcionamiento, en un tiempo de 1.2 min.
- 65. Verificar el servicio realizado:** El técnico explica brevemente las fallas al cliente, tomándole un tiempo de 6.4 min.
- 66. Apagar la unidad:** El técnico apaga el vehículo, y da por terminado la explicación, tomándole un tiempo de 1.1 min
- 67. Dirigirse al taller:** El técnico se dirige al taller para proseguir con otra orden de servicio, y esto le toma 8.4 min.



4.3.3. Análisis de las actividades del procedimiento de trabajo

El diagnóstico ayudó a construir el plan de mejora, ya que el registro de los tiempos de cada actividad señalada en la Figura 12. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de Mantenimiento Inicial, fue fundamental para el análisis de las actividades.

Para mejorar el proceso de mantenimiento se procedió a analizar la tabla 5. Actividades Desglosadas del DOP Inicial, para determinar si cada actividad necesariamente puede ser modificada, o puede ser mejorada.

A continuación, en la Tabla 11. Análisis de las Actividades del Proceso de Mantenimiento, se observa el análisis de las actividades del proceso de mantenimiento.

Tabla 11.

Análisis de las Actividades del Proceso de Mantenimiento.

N°	ACTIVIDAD	¿Puede ser modificada, mejorada o eliminada?		SOLUCIÓN
		SI	NO	
1	Llegada del técnico a cargo del área de servicios	X		Esta actividad no corresponde al proceso en sí de mantenimiento, además, las órdenes serán llevadas anticipadamente por el asistente del área de mantenimiento y colocarlas en una tableta de trabajo para que el técnico sepa que orden es la próxima en atender.
2	Entrega de la orden de servicio al técnico	X		
3	Dirigirse al patio		X	Al no existir la actividad anterior, este proceso se eliminaría.
4	Subirse a la unidad	X		
5	Llevar la unidad al taller		X	Será unida con la actividad siguiente.
6	Lectura de la orden de servicio		X	
7	Revisión de la unidad		X	
8	Registro de las fallas		X	
9	Ir al área de servicios	X		Esta actividad será modificada, ya que el técnico se dirigirá directo al almacén de repuestos.
10	Pedir repuestos al asesor	X		Esta actividad será modificada, ya que el técnico pedirá los repuestos al encargado de almacén, quien será la persona que autorice la entrega.



11	Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden	X		Esta actividad será modificada, ya que el encargado de almacén será quien cargue los repuestos a la orden.
12	Entrega de la orden al técnico		X	
13	Caminar al almacén a pedir repuestos	X		Esta actividad será eliminada, debido a las modificaciones anteriores.
14	Pedido de repuestos	X		Esta actividad será eliminada, debido a las modificaciones anteriores.
15	Esperar la entrega de repuestos		X	
16	Regresar al taller con los repuestos		X	
17	Ingresar a la bahía de lubricación		X	
18	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor		X	
19	Drenar el aceite	X		Mientras drena el aceite, el técnico se dirigirá al otro almacén para pedir aceite. Por lo tanto, después de esta actividad, se añadirá la actividad 27, 28 y 29.
20	Probar la unidad		X	
21	Bajar de la unidad		X	
22	Terminar de drenar el aceite faltante		X	
23	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor		X	
24	Dirigirse al lugar de cambio de filtros		X	
25	Sacar los 4 filtros del motor	X		Esta actividad será dividida en 3: Sacar filtros, limpieza de filtros y colocar filtros.
26	Enmarcar con spray los tapones		X	
27	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	X		Esta actividad cambió de posición.
28	Esperar la entrega del aceite	X		Esta actividad cambió de posición.
29	Regresar a la bahía de lubricación	X		Esta actividad cambió de posición.
30	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor		X	
31	Llenar el tanque de aceite de motor		X	



32	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor		X	
33	Probar la unidad	X		Esta actividad es eliminada por ser repetitiva, ya que se probará después en la actividad 53.
34	Bajar de la unidad	X		Esta actividad es eliminada por ser repetitiva, ya que se probará en la actividad 53.
35	Dirigirse al cambio de aceite de caja		X	
36	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja		X	
37	Drenar el aceite	X		Se verificó que el tiempo de drenado es demasiado, ya que cae lento, pero es posible ser acelerado con la prueba de la unidad.
38	Probar la unidad		X	
39	Bajar de la unidad		X	
40	Terminar de drenar el aceite faltante		X	
41	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja		X	
42	Enmarcar con spray los tapones		X	
43	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja		X	
44	Llenar el tanque de aceite de caja		X	
45	Dirigirse al cambio de aceite de corona		X	
46	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona		X	
47	Drenar el aceite	X		Se verificó que el tiempo de drenado es demasiado, ya que cae lento, pero es posible ser acelerado con la prueba de la unidad.
48	Probar la unidad		X	
49	Bajar de la unidad		X	
50	Terminar de drenar el aceite faltante		X	
51	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona		X	
52	Enmarcar con spray los tapones		X	
53	Probar la unidad		X	
54	Bajar de la unidad		X	
55	Llenar de aceite cada eje de las llantas		X	



56	Revisión general de la unidad	X		Esta actividad será dividida en 4: abrir la tapa del tanque de aceite, llenar el tanque, colocar la tapa y revisión general. Las 3 primeras después de la actividad 52 y la última después de la actividad 55.
57	Llevar la unidad al patio		X	
58	Bajarse de la unidad	X		Será unida con la actividad anterior.
59	Dirigirse al área de servicios		X	
60	Informar al asesor que el mantenimiento está completo	X		Se informará al asesor de servicios y asistente del área de almacén para que ellos, informen al cliente.
61	Esperar la llegada del cliente	X		Esta actividad será eliminada
62	Informar al cliente el servicio realizado	X		Esta actividad será eliminada
63	Dirigirse al patio con el cliente y el asesor	X		Esta actividad será eliminada
64	Encender la unidad	X		Esta actividad será eliminada
65	Verificar el servicio realizado	X		Esta actividad será eliminada
66	Apagar la unidad	X		Esta actividad será eliminada
67	Dirigirse al taller		X	

De acuerdo a la Tabla 11. (Análisis de las Actividades del Proceso) de Mantenimiento. Existen actividades que no competen en el proceso de mantenimiento PM1 o que no son necesarias, algunas otras actividades pueden aprovecharse para su realización simultánea con el ahorro de tiempo y de esta manera los técnicos se dediquen meramente al servicio de mantenimiento de la unidad.

A continuación, en el siguiente párrafo a desarrollarse se define el nuevo Diagrama de Recorrido, Diagrama de Operaciones (DOP), Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) y Tiempo Estándar.

4.4. Determinación del tiempo estándar mejorado

Para determinar el Tiempo Estándar es fundamental desarrollar paso a paso el estudio de tiempos, procediéndose primero con la toma de tiempo de las actividades que se mantienen después del proceso de análisis.



Tabla 12.
Actividades Finales del DOP final

N°	Actividades	N°	Actividades
1	Dirigirse al patio desde el taller	30	Dirigirse al cambio de aceite de caja
2	Llevar la unidad al taller	31	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja
3	Lectura de la orden de servicio	32	Drenar el aceite
4	Revisión de la unidad	33	Probar la unidad
5	Registro de las fallas	34	Bajar de la unidad
6	Ir al almacén de repuestos	35	Terminar de drenar el aceite faltante
7	Pedir repuestos al encargado del almacén	36	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja
8	Esperar que el encargado del almacén cargue los repuestos a la orden	37	Enmarcar con spray los tapones
9	Entrega de la orden al técnico	38	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja
10	Esperar la entrega de repuestos	39	Llenar el tanque de aceite de caja
11	Regresar a taller con los repuestos	40	Dirigirse al cambio de aceite de corona
12	Ingresar a la bahía de lubricación	41	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona
13	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	42	Drenar el aceite
14	Drenar el aceite	43	Probar la unidad
15	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido	44	Bajar de la unidad
16	Esperar la entrega del aceite	45	Terminar de drenar el aceite faltante
17	Regresar a la bahía de lubricación	46	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona
18	Probar la unidad	47	Enmarcar con spray los tapones
19	Bajar de la unidad	48	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona
20	Terminar de drenar el aceite faltante	49	Llenar el tanque de aceite de corona
21	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	50	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	51	Probar la unidad
23	Sacar los 4 filtros del motor	52	Bajar de la unidad
24	Limpiar los filtros del motor	53	Llenar de aceite cada eje de las llantas
25	Colocar los filtros limpios	54	Revisión general de la unidad
26	Enmarcar con spray los tapones	55	Llevar la unidad al patio
27	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	56	Dirigirse al área de servicios
28	Llenar el tanque de aceite del motor	57	Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio realizado.
29	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	58	Dirigirse al taller

4.4.1. Tiempos cronometrados

Se observó el proceso nuevamente durante 27 días considerando un turno de trabajo de 8 horas en los meses de abril, mayo y junio en las cuales se obtiene el tiempo por actividad dentro del proceso y el tiempo total del proceso por día.



Se puede observar que el nuevo tiempo mas largo para el proceso fue de 149.8 min y el nuevo tiempo menor fue de 138.7 min de los 27 días observados.

Se puede observar que se redujeron a 58 actividades, teniendo en cuenta el análisis de las actividades y el diagrama de recorrido.



Tabla 13.
Registro de Toma de Tiempos Final

REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																													
EMPRESA: Automotriz Andina S.A														Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani/Heidy Cajigas Contreras.															
AREA: Mantenimiento														PROCESO: Mantenimiento															
N ^o	Actividades	Número de observaciones (minutos)																											Total (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	Dirigirse al patio desde el taller	2.9	2.8	2.6	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.2	3.3	3.0	3.0	2.8	2.8	2.7	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	3.1	79.9
2	Llevar la unidad al taller	5.5	5.3	5.3	5.3	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.3	6.3	6.5	6.7	6.5	6.5	6.3	6.3	6.0	6.1	6.2	6.1	6.1	6.0	5.8	5.9	5.9	161.7
3	Lectura de la orden de servicio	2.3	2.5	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.2	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2	3.1	3.1	3.0	3.0	81.1
4	Revisión de la unidad	6.4	6.6	6.6	6.5	6.5	6.7	6.8	6.7	6.7	7.0	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.3	7.3	7.5	7.5	7.3	7.2	7.0	7.0	6.8	6.9	6.9	187.4
5	Registro de las fallas	3.4	3.0	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.3	3.0	3.0	2.8	2.9	3.0	3.5	3.6	3.7	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	4.1	4.0	90.7
6	Ir a almacén de repuestos	2.6	2.3	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5	2.5	2.3	2.3	57.3
7	Pedir repuestos al encargado del almacén	4.6	4.7	4.7	4.6	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.1	4.9	4.8	4.7	4.7	4.9	4.9	5.0	5.0	5.1	5.4	5.1	5.2	5.2	5.0	5.0	4.8	5.0	132.4
8	Esperar que el encargado del almacén cargue los repuestos a la orden	8.0	7.6	7.8	7.9	8.0	8.0	8.1	8.3	8.0	8.0	8.0	7.7	7.7	7.9	7.9	8.1	8.0	8.0	8.1	8.1	7.8	7.9	8.0	8.0	7.9	8.2	8.3	215.3
9	Entrega de la orden al técnico	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	0.8	0.8	1.0	1.2	1.3	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	27.3
10	Esperar la entrega de repuestos	7.6	7.7	7.6	7.6	7.9	7.9	8.0	7.9	7.7	8.0	8.1	8.1	8.3	8.0	8.0	8.0	7.8	7.9	7.7	7.7	7.6	7.6	8.0	8.1	8.2	8.1	8.0	213.1
11	Regresar a taller con los repuestos	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.6	2.7	2.7	2.6	3.0	3.1	3.0	3.0	2.8	2.9	2.9	2.7	3.0	3.0	3.1	3.1	3.0	3.0	2.8	2.8	2.7	2.8	75.8
12	Ingresar a la bahía de lubricación	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.5	1.8	1.8	2.0	2.1	2.5	2.5	2.5	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0	2.1	2.5	2.0	1.8	1.8	55.7



13	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	26.9
14	Drenar el aceite	1.5	1.5	1.5	1.8	1.7	1.7	1.5	1.5	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	2.1	2.2	2.2	2.0	2.0	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	50.3
15	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.5	3.5	2.9	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.0	3.0	2.7	2.8	81.9
16	Esperar la entrega del aceite	1.8	1.8	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.0	2.0	2.0	1.7	1.8	2.0	2.0	2.0	2.5	2.4	1.9	2.0	2.0	2.0	54.4
17	Regresar a la bahía de lubricación	3.8	4.0	4.0	4.1	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	4.0	4.0	4.0	4.1	4.3	4.0	4.0	4.1	3.8	3.9	4.0	4.0	4.5	4.5	4.0	3.8	4.0	4.0	108.0
18	Probar la unidad	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.3	2.0	1.8	1.8	2.0	2.1	2.5	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.6	2.5	2.4	2.1	2.1	2.3	2.3	2.3	2.0	56.6
19	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	26.6
20	Terminar de drenar el aceite faltante	1.5	1.5	1.3	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.2	1.2	1.5	38.8
21	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	0.8	1.0	1.3	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	26.7
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	13.2
23	Sacar los 4 filtros de motor	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	25.5
24	Limpiar los filtros de motor	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	28.5
25	Colocar los filtros limpios	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	22.3
26	Enmarcar con spray los tapones	1.3	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.2	1.0	1.0	0.9	1.0	27.6
27	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.1	29.1
28	Llenar el tanque de aceite de motor	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.2	1.5	1.6	1.6	1.6	39.4
29	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	27.7



30	Dirigirse al cambio de aceite de caja	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	13.0		
31	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	25.9	
32	Drenar el aceite	4.6	4.6	4.6	4.8	4.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.7	4.7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8	4.9	4.7	4.7	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	129.6		
33	Probar la unidad	2.3	2.3	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3	2.0	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	1.5	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0	2.1	1.9	2.1	53.6		
34	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	27.0	
35	Terminar de drenar el aceite faltante	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.5	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.5	1.5	36.3	
36	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	27.7	
37	Enmarcar con spray los tapones	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	26.7	
38	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	1.0	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.5	1.4	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	28.4	
39	Llenar el tanque de aceite de caja	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	38.0	
40	Dirigirse al cambio de aceite de corona	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	15.2	
41	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	26.1	
42	Drenar el aceite	4.5	4.5	4.7	4.7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.2	5.3	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0	5.0	132.8	
43	Probar la unidad	2.3	2.0	1.8	2.0	1.5	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	54.4	
44	Bajar de la unidad	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1	1	1	1.0	1.0	25.8	
45	Terminar de drenar el aceite faltante	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.1	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	36.4	
46	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	1.2	1.1	1.0	26.0



47	Enmarcar con spray los tapones	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	25.1	
48	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	27.1	
49	Llenar el tanque de aceite de corona	1.3	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.2	1.5	1.5	1.0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	37.1	
50	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	27.7	
51	Probar la unidad	2.0	2.0	2.0	2.2	2.5	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	1.8	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	1.8	1.8	2.2	2.0	2.1	2.2	54.6	
52	Bajar de la unidad	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	24.7	
53	Llenar de aceite cada eje de las llantas	8.2	8.0	8.0	8.2	8.2	8.5	8.5	8.1	8.0	8.5	8.5	8.5	8.4	8.4	9.0	8.5	8.3	8.0	8.0	8.6	8.7	8.4	8.5	8.5	8.4	8.5	8.0	225.4	
54	Revisión general de la unidad	2.1	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.8	2.3	2.2	2.0	57.9	
55	Llevar la unidad al patio	4.7	4.7	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.1	5.1	5.0	5.1	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	4.9	5.0	5.0	133.4	
56	Dirigirse al área de servicios	3.0	2.9	2.9	3.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.4	3.5	2.8	2.9	2.9	3.0	3.6	3.3	3.0	3.0	3.0	2.9	2.8	2.8	2.8	3.2	3.4	3.1	3.1	83.3	
57	Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio realizado.	9.5	9.0	9.0	9.1	9.5	9.5	9.8	10.0	10.0	10.1	9.7	9.9	9.7	10.0	10.0	9.5	9.5	9.5	9.5	8.4	9.0	9.0	9.6	9.5	10.2	10.5	10.0	259.0	
58	Dirigirse al taller	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.7	7.0	7.0	7.2	7.3	7.0	7.0	6.8	6.6	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.3	7.3	7.0	7.0	6.6	189.2
Total (min)		140.3	138.7	140.1	142.2	142.8	143.6	145.5	145.3	145.0	146.5	145.5	146.5	145.8	145.3	147.7	147.4	144.9	146.4	146.0	146.2	146.9	147.3	148.7	149.8	148.4	148.2	147.2	3928.2	

Para calcular el promedio del tiempo observado en la Tabla 13. (Registro de Toma de Tiempos Final) se procedió a determinar el número de muestras, presentando un nivel de confianza del 95.45 y un margen de error de ± 5 , siguiendo la fórmula indicada por Cardona et al (2017):



$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

LEYENDA:

n: tamaño de muestra

n': número de observaciones preliminares

\sum : suma de valores

X: valor de las observaciones

Tabla 14.

Cálculo de Número de Muestras Final

Empresa Automotriz Andina S.A.				
Área: Mantenimiento			Proceso: Mantenimiento	
Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani / Heidi Cajigas Contreras				
Ítem	Actividades	$\sum x$	$\sum (x)^2$	# de muestras
1	Dirigirse al patio desde el taller	79.9	237.2	5
2	Llevar la unidad al taller	161.7	972.8	7
3	Lectura de la orden de servicio	81.1	245.7	14
4	Revisión de la unidad	187.4	1303.0	3
5	Registro de las fallas	90.7	308.0	17
6	Ir al almacén de repuestos	57.3	122.9	17
7	Pedir repuestos al encargado del almacén	132.4	650.6	3
8	Esperar que el encargado del almacén cargue los repuestos a la orden	215.3	1717.5	1
9	Entrega de la orden al técnico	27.3	28.0	20
10	Esperar la entrega de repuestos	213.1	1683.0	1
11	Regresar al taller con los repuestos	75.8	214.0	9
12	Ingresar a la bahía de lubricación	55.7	116.7	25
13	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	26.9	27.1	18
14	Drenar el aceite	50.3	95.0	23
15	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido	81.9	249.3	6
16	Esperar la entrega del aceite	54.4	110.4	12
17	Regresar a la bahía de lubricación	108.0	432.9	3
18	Probar la unidad	56.6	120.0	18
19	Bajar de la unidad	26.6	26.5	18
20	Terminar de drenar el aceite faltante	38.8	56.2	12



21	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	26.7	26.7	17
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	13.2	6.6	26
23	Sacar los 4 filtros del motor	25.5	24.3	11
24	Limpiar los filtros del motor	28.5	30.5	23
25	Colocar los filtros limpios	22.3	18.7	27
26	Enmarcar con spray los tapones	27.6	28.4	11
27	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	29.1	31.8	22
28	Llenar el tanque de aceite del motor	39.4	57.9	12
29	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	27.7	28.6	7
30	Dirigirse al cambio de aceite de caja	13.0	6.3	10
31	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	25.9	25.1	13
32	Drenar el aceite	129.6	623.0	2
33	Probar la unidad	53.6	107.2	11
34	Bajar de la unidad	27.0	27.2	11
35	Terminar de drenar el aceite faltante	36.3	49.6	25
36	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	27.7	28.5	10
37	Enmarcar con spray los tapones	26.7	26.6	10
38	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	28.4	30.4	27
39	Llenar el tanque de aceite de caja	38.0	54.0	16
40	Dirigirse al cambio de aceite de corona	15.2	8.7	27
41	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	26.1	25.4	8
42	Drenar el aceite	132.8	654.1	2
43	Probar la unidad	54.4	110.4	12
44	Bajar de la unidad	25.8	24.9	15
45	Terminar de drenar el aceite faltante	36.4	49.6	17
46	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	26.0	25.2	13
47	Enmarcar con spray los tapones	25.1	23.6	19
48	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	27.1	27.3	5
49	Llenar el tanque de aceite de corona	37.1	51.4	14
50	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	27.7	28.6	7
51	Probar la unidad	54.6	111.4	15
52	Bajar de la unidad	24.7	22.7	7
53	Llenar de aceite cada eje de las llantas	225.4	1883.6	1
54	Revisión general de la unidad	57.9	125.2	14
55	Llevar la unidad al patio	133.4	659.5	1
56	Dirigirse al área de servicios	83.3	258.6	10
57	Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio realizado.	259.0	2490.1	4
58	Dirigirse al taller	189.2	1326.6	1



Con este cuadro desarrollado se obtuvo la cantidad de muestras para cada actividad, las cuales serán usadas para determinar el tiempo promedio según la Tabla 15. (Promedio Final de Tiempos Observados)



Tabla 15.
Promedio Final de Tiempos Observados

REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS																												
EMPRESA: Automotriz Andina S.A														Elaborado por: Alessandra Tapia Mamani/Heidy Cajigas Contreras.														
AREA: Mantenimiento														PROCESO: Mantenimiento														
N°	Actividades	Número de observaciones (minutos)																										Promedio(min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	Dirigirse al patio desde el taller	2.9	2.8	2.6	2.8	2.9																						2.8
2	Llevar la unidad al taller	5.5	5.3	5.3	5.3	5.3	5.5	5.7																				5.4
3	Lectura de la orden de servicio	2.3	2.5	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0													2.8
4	Revisión de la unidad	6.4	6.6	6.6																								6.5
5	Registro de las fallas	3.4	3.0	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.7	3.7	3.3	3.0	3.0	2.8	2.9	3.0	3.5	3.6										3.2
6	Ir a almacén de repuestos	2.6	2.3	2.3	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2	2.3	2.0	2.0	2.0	1.8										2.1
7	Pedir repuestos al encargado del almacén	4.6	4.7	4.7																								4.7
8	Esperar que el encargado del almacén cargue los repuestos a la orden	8.0																										8.0
9	Entrega de la orden al técnico	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	0.8	0.8	1.0								1.0
10	Esperar la entrega de repuestos	7.6																										7.6
11	Regresar a taller con los repuestos	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	2.6	2.7	2.7	2.6																		2.6
12	Ingresar a la bahía de lubricación	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.5	1.8	1.8	2.0	2.1	2.5	2.5	2.5	2.4	2.2	2.0	2.0	2.0	2.1	2.5	2.0		2.1
13	Abrir la tapa del tanque de aceite de motor	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0										1.0
14	Drenar el aceite	1.5	1.5	1.5	1.8	1.7	1.7	1.5	1.5	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.8	2.1	2.2	2.2	2.0	2.0	1.8	1.9				1.8
15	Buscar al encargado de almacén e indicarle el pedido	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1																					3.0
16	Esperar la entrega del aceite	1.8	1.8	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2															2.0
17	Regresar a la bahía de lubricación	3.8	4.0	4.0																								3.9
18	Probar la unidad	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.1	2.3	2.0	1.8	1.8	2.0	2.1	2.5	2.0	2.0	2.0	1.8	2.0									2.0
19	Bajar de la unidad	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0									1.0
20	Terminar de drenar el aceite faltante	1.5	1.5	1.3	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.5															1.5
21	Colocar la tapa del tanque de aceite de motor	0.8	1.0	1.3	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9										1.0
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5



10	Esperar la entrega de repuestos	7.6	0	0	0	0	1	7.6	0.12	8.51
11	Regresar a taller con los repuestos	2.6	0.03	0.05	0.02	0.01	1.11	2.8	0.12	3.19
12	Ingresar a la bahía de lubricación	2.1	0	0	0.02	0.01	1.03	2.1	0.12	2.40
13	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.26
14	Drenar el aceite	1.8	0	0.02	0.02	0.01	1.05	1.9	0.12	2.15
15	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido	3.0	0	0	0.02	0.01	1.03	3.1	0.12	3.44
16	Esperar la entrega del aceite	2.0	0	0	0.02	0.01	1.03	2.0	0.12	2.29
17	Regresar a la bahía de lubricación	3.9	0	0	0.02	0.01	1.03	4.1	0.12	4.54
18	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.2	0.12	2.42
19	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.23
20	Terminar de drenar el aceite faltante	1.5	0	0.02	0.02	0.01	1.05	1.5	0.12	1.71
21	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.25
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros	0.5	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.5	0.12	0.61
23	Sacar los 4 filtros del motor	1.0	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.1	0.12	1.20
24	Limpiar los filtros del motor	1.1	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.2	0.12	1.31
25	Colocar los filtros limpios	0.8	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	0.9	0.12	1.03
26	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.2	0.12	1.29
27	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	1.1	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.36
28	Llenar el tanque de aceite del motor	1.5	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.6	0.12	1.83
29	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.28
30	Dirigirse al cambio de aceite de caja	0.5	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.5	0.12	0.58
31	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.24
32	Drenar el aceite	4.6	0	0.02	0.02	0.01	1.05	4.8	0.12	5.41
33	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.2	0.12	2.45
34	Bajar de la unidad	1.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.1	0.12	1.18
35	Terminar de drenar el aceite faltante	1.3	0	0.02	0.02	0.01	1.05	1.4	0.12	1.55
36	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.29
37	Enmarcar con spray los tapones	1.0	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.1	0.12	1.21
38	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	1.1	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.33



39	Llenar el tanque de aceite de caja	1.4	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.6	0.12	1.75
40	Dirigirse al cambio de aceite de corona	0.6	0.08	0	0.02	0.01	1.11	0.6	0.12	0.70
41	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.0	0.12	1.14
42	Drenar el aceite	4.5	0	0.02	0.02	0.01	1.05	4.7	0.12	5.29
43	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.1	0.12	2.37
44	Bajar de la unidad	0.9	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.0	0.12	1.13
45	Terminar de drenar el aceite faltante	1.3	0	0.02	0.02	0.01	1.05	1.4	0.12	1.55
46	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	0.9	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.19
47	Enmarcar con spray los tapones	0.9	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.0	0.12	1.15
48	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	1.0	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.1	0.12	1.27
49	Llenar el tanque de aceite de corona	1.4	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11	1.5	0.12	1.70
50	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	1.1	0.08	0.02	0.02	0.01	1.13	1.2	0.12	1.36
51	Probar la unidad	2.0	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	2.2	0.12	2.44
52	Bajar de la unidad	0.9	0.03	0.02	0.02	0.01	1.08	1.0	0.12	1.09
53	Llenar de aceite cada eje de las llantas	8.2	0	0.05	0.02	0.01	1.08	8.9	0.12	9.92
54	Revisión general de la unidad	2.1	0.03	0.08	0.02	0.01	1.14	2.4	0.12	2.64
55	Llevar la unidad al patio	4.7	0	0.02	0.02	0.01	1.05	4.9	0.12	5.53
56	Dirigirse al área de servicios	3.2	0.03	0	0.02	0.01	1.06	3.4	0.12	3.76
57	Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio realizado.	9.2	0.06	0.05	0.02	0.01	1.14	10.4	0.12	11.68
58	Dirigirse al taller	7.0	0	0	0.02	0.01	1.03	7.2	0.12	8.08
TOTAL								152.5	0.12	170.8

De acuerdo a la Tabla 16. (Cálculo del Tiempo Estándar Mejorado), se obtuvo que el Tiempo Estándar para el proceso de mantenimiento fue de 170.8 min., por lo tanto para culminar con una orden de servicio el trabajador se toma 170.8 min, es decir 2 horas con 51 minutos.



Considerando que:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ promedio \times (1 + factor\ de\ calificación)$$

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplemento)$$

4.4.2. Procedimientos de trabajo del mantenimiento PM1.

Para hallar los tiempos productivos e improductivos del proceso de mantenimiento PM1 se procedió a realizar el cuadro de la Figura 13. (Diagrama de Analisis de Procesos DAP de mantenimiento Mejorado.)



Figura 13.

Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) de mantenimiento mejorado

Diagrama de Análisis de Procesos				Empresa Automotriz Andina S.A				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	N° parcial	N° total					
○	Operación	39	58	Diagrama N°: 1				
□	Inspección	6		Proceso: Mantenimiento				
⇒	Transporte	10		Area: Mantenimiento				
D	Espera	3		TIEMPO TOTAL (Minutos): 170.8 min.				
▽	Almacenamiento	0						
DESCRIPCIÓN		Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenar	Tiempo	OBSERVACIONES
		○	□	⇒	D	▽	Min.	
1	Dirigirse al patio desde el taller			●			3.3	
2	Llevar la unidad al taller			●			6.7	
3	Lectura de la orden de servicio	●					3.6	
4	Revisión de la unidad	●	●				8.7	
5	Registro de las fallas	●					4.1	
6	Ir al almacén de repuestos			●			2.4	
7	Pedir repuestos al encargado del almacén	●					5.5	
8	Esperar que el encargado del almacén cargue los repuestos a la orden				●		9.0	
9	Entrega de la orden al técnico	●					1.2	
10	Esperar la entrega de repuestos				●		8.5	
11	Regresar a taller con los repuestos			●			3.2	
12	Ingresar a la bahía de lubricación	●					2.4	
13	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.3	
14	Drenar el aceite	●					2.1	
15	Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido	●					3.4	
16	Esperar la entrega del aceite				●		2.3	
17	Regresar a la bahía de lubricación	●					4.5	
18	Probar la unidad		●				2.4	
19	Bajar de la unidad	●					1.2	
20	Terminar de drenar el aceite faltante	●					1.7	
21	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.3	
22	Dirigirse al lugar de cambio de filtros			●			0.6	
23	Sacar los 4 filtros del motor	●					1.2	
24	Limpiar los filtros del motor	●					1.3	



DESCRIPCIÓN		Operación	Inspección	Transporte	Espera	Almacenar	Tiempo	OBSERVACIONES
		○	□	➡	D	▽	Min.	
25	Colocar los filtros limpios	●					1.0	
26	Enmarcar con spray los tapones	●					1.3	
27	Abrir la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.4	
28	Llenar el tanque de aceite del motor	●					1.8	
29	Colocar la tapa del tanque de aceite del motor	●					1.3	
30	Dirigirse al cambio de aceite de caja			●			0.6	
31	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.2	
32	Drenar el aceite	●					5.4	
33	Probar la unidad		●				2.5	
34	Bajar de la unidad	●					1.2	
35	Terminar de drenar el aceite faltante	●					1.5	
36	Colocar la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.3	
37	Enmarcar con spray los tapones	●					1.2	
38	Abrir la tapa del tanque de aceite de caja	●					1.3	
39	Llenar el tanque de aceite de caja	●					1.7	
40	Dirigirse al cambio de aceite de corona			●			0.7	
41	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.1	
42	Drenar el aceite	●					5.3	
43	Probar la unidad		●				2.4	
44	Bajar de la unidad	●					1.1	
45	Terminar de drenar el aceite faltante	●					1.5	
46	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.2	
47	Enmarcar con spray los tapones	●					1.1	
48	Abrir la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.3	
49	Llenar el tanque de aceite de corona	●					1.7	
50	Colocar la tapa del tanque de aceite de corona	●					1.4	
51	Probar la unidad		●				2.4	
52	Bajar de la unidad	●					1.1	
53	Llenar de aceite cada eje de las llantas	●					9.9	
54	Revisión general de la unidad		●				2.6	
55	Llevar la unidad al patio			●			5.5	
56	Dirigirse al área de servicios			●			3.8	
57	Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio.	●					11.7	
58	Dirigirse al taller			●			8.1	
TOTAL		39	6	10	3	0		



En la figura 13. (Diagrama de Análisis de Procesos DAP de mantenimiento mejorado), se observa que se tuvo un total de 58 actividades: 10 transportes, 39 operaciones, 3 espera, 6 inspecciones y 0 almacenamiento. Por lo que el índice de actividades que añaden valor es:

$$IAV = \frac{(TA - TANV)}{TA} \times 100$$

$$IA = \frac{58 - 13}{58} \times 100 = 77.6\%$$

Teniendo así que las actividades que añaden valor son de operación y de inspección con un total de 45 que forman los 116.1 min del proceso, además las actividades que no añaden valor son de transporte y espera (13), que tuvo un total de 54.7 min, como resultado se obtuvo un 77.6%.

4.4.2.1. Descripción de las actividades

- 1. Dirigirse al patio:** El técnico se dirige al patio a verificar y recoger la unidad a la que se hará el mantenimiento, tomando un tiempo de 3.3 min. La orden de servicio ya se encuentra en el área de trabajo, es por ello que se dirige directo al patio.
- 2. Llevar la unidad al taller:** La unidad es llevada al taller donde se realiza el servicio de mantenimiento tomando un tiempo de 6.7 min.
- 3. Lectura de la orden de servicio:** Cuando el técnico llega al taller, procede a leer la orden de servicio que ya se encuentra en su área de trabajo, para informarse de las fallas que percibió el cliente, tomando un tiempo de 3.7 min.
- 4. Revisión de la unidad:** El técnico procede a revisar las fallas identificadas por el cliente. Asimismo, las fallas comunes que puede tener un vehículo. Este proceso le toma 8.7 min.
- 5. Registro de las fallas:** El técnico procede a registrar las fallas encontradas en la orden de servicio, tomando un tiempo de 4.1 min.
- 6. Ir al almacén de repuestos:** El técnico se dirige al almacén a pedir repuestos para el servicio, tomando un tiempo de 2.4 min.
- 7. Pedir repuestos al encargado del almacén:** El técnico pide los repuestos necesarios para realizar el proceso de mantenimiento de la unidad, esto le toma 5.5 min.



- 8. Esperar que el asesor cargue los repuestos a la orden:** El técnico espera que el encargado del almacén cargue los repuestos al software en 9 min, esta actividad es realizada mas rápida debido a que el encargado de almacén tiene mas conocimientos de los repuestos que el asesor, persona quien lo realizaba anteriormente.
- 9. Entrega de la orden al técnico:** Una vez cargado los repuestos se le entrega la orden de servicios actualizada con los repuestos, tomando este procedimiento 1.2 min.
- 10. Esperar la entrega de repuestos:** El técnico espera los repuestos mientras que el encargado de almacén busca los repuestos para entregarlos, esta actividad lo realiza simultáneamente esperando que el software cargue, por lo que el tiempo de la actividad es menor, siendo 8.5 min.
- 11. Regresar al taller con los repuestos:** Una vez entregados los repuestos el técnico se dirige al taller para proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 3.2 min.
- 12. Ingresar a la bahía de lubricación:** El técnico se dirige a la bahía de lubricación dentro del taller, tomándole 2.4 min.
- 13. Abrir la tapa del tanque de aceite del motor:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite del motor en un tiempo de 1.3 min.
- 14. Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 2.1 min. El tiempo disminuyó porque el técnico procederá a realizar otra actividad mientras que el aceite se drena por sí solo.
- 15. Buscar al encargado del almacén e indicarle el pedido:** El técnico asiste al otro almacén para pedirle al encargado la entrega de su pedido de aceite, tomando un tiempo de 3.4 min.
- 16. Esperar la entrega del aceite:** El técnico espera la entrega del pedido de aceite unos 2.3 min.
- 17. Regresar a la bahía de lubricación:** Una vez obtenido el pedido, regresa a la bahía de lubricación para proseguir con el mantenimiento, esta actividad se realiza en 4.5 min.
- 18. Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.4 min.



- 19. Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.2 min.
- 20. Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar la actividad que toma 1.7 min. Esta actividad disminuye en tiempo debido a que al arrancar acelera el proceso de drenaje.
- 21. Colocar la tapa del tanque de aceite del motor:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite del motor ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.3 min.
- 22. Dirigirse al lugar de cambio de filtros:** Se dirige al lugar de cambio de filtros en un tiempo de 0.6 min.
- 23. Sacar los 4 filtros del motor:** El técnico procede a sacar los 4 filtros del motor tomando un tiempo de 1.2 min.
- 24. Limpiar los filtros del motor:** El técnico procede a limpiar los filtros del motor, tomando un tiempo de 1.3 min.
- 25. Colocar los filtros limpios:** El técnico procede a colocar los filtros del motor en su sitio, tomando un tiempo de 1 min.
- 26. Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.3 min.
- 27. Abrir la tapa del tanque de aceite del motor:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite del motor, en un tiempo de 1.4 min.
- 28. Llenar el tanque de aceite del motor:** El técnico procede a llenar el tanque de aceite del motor, lo cual le toma 1.8 min.
- 29. Colocar la tapa del tanque de aceite del motor:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite del motor, ya que terminó de llenar el aceite, tomando 1.3 min.
- 30. Dirigirse al cambio de aceite de caja:** Se dirige al lugar de cambio de aceite de caja en un tiempo de 0.6 min.
- 31. Abrir la tapa del tanque de aceite de caja:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de caja en un tiempo de 1.2 min.
- 32. Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 5.4 min. El tiempo disminuye debido a que la actividad posterior, ayuda en el proceso de esta actividad.



- 33. Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.5 min.
- 34. Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad para continuar con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.2 min.
- 35. Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar esta actividad que toma 1.5 min. Ya que al probar la unidad el proceso de drenaje es más rápido.
- 36. Colocar la tapa del tanque de aceite de caja:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite de caja, ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.3 min.
- 37. Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.2 min.
- 38. Abrir la tapa del tanque de aceite de caja:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de caja en un tiempo de 1.3 min.
- 39. Llenar el tanque de aceite de caja:** El técnico procede a llenar el tanque de aceite de caja, lo cual le toma 1.7 min.
- 40. Dirigirse al cambio de aceite de corona:** Se dirige al lugar de cambio de aceite de corona en un tiempo de 0.7 min.
- 41. Abrir la tapa del tanque de aceite de corona:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de corona en un tiempo de 1.1 min.
- 42. Drenar el aceite:** El técnico procede a drenar el aceite de la unidad, tomándole un tiempo de 5.3 min. El tiempo disminuye, debido a que la actividad posterior, ayuda en el proceso de esta actividad.
- 43. Probar la unidad:** El técnico sube a la unidad y arranca para identificar si todo el aceite se ha drenado y posiblemente identificar otra falla, tomando un tiempo de 2.4 min.
- 44. Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.1 min.
- 45. Terminar de drenar el aceite faltante:** Al identificar que aún falta drenar el aceite, se procede a realizar esta actividad que toma 1.5 min. Ya que, al probar la unidad, el proceso de drenaje es más rápido.



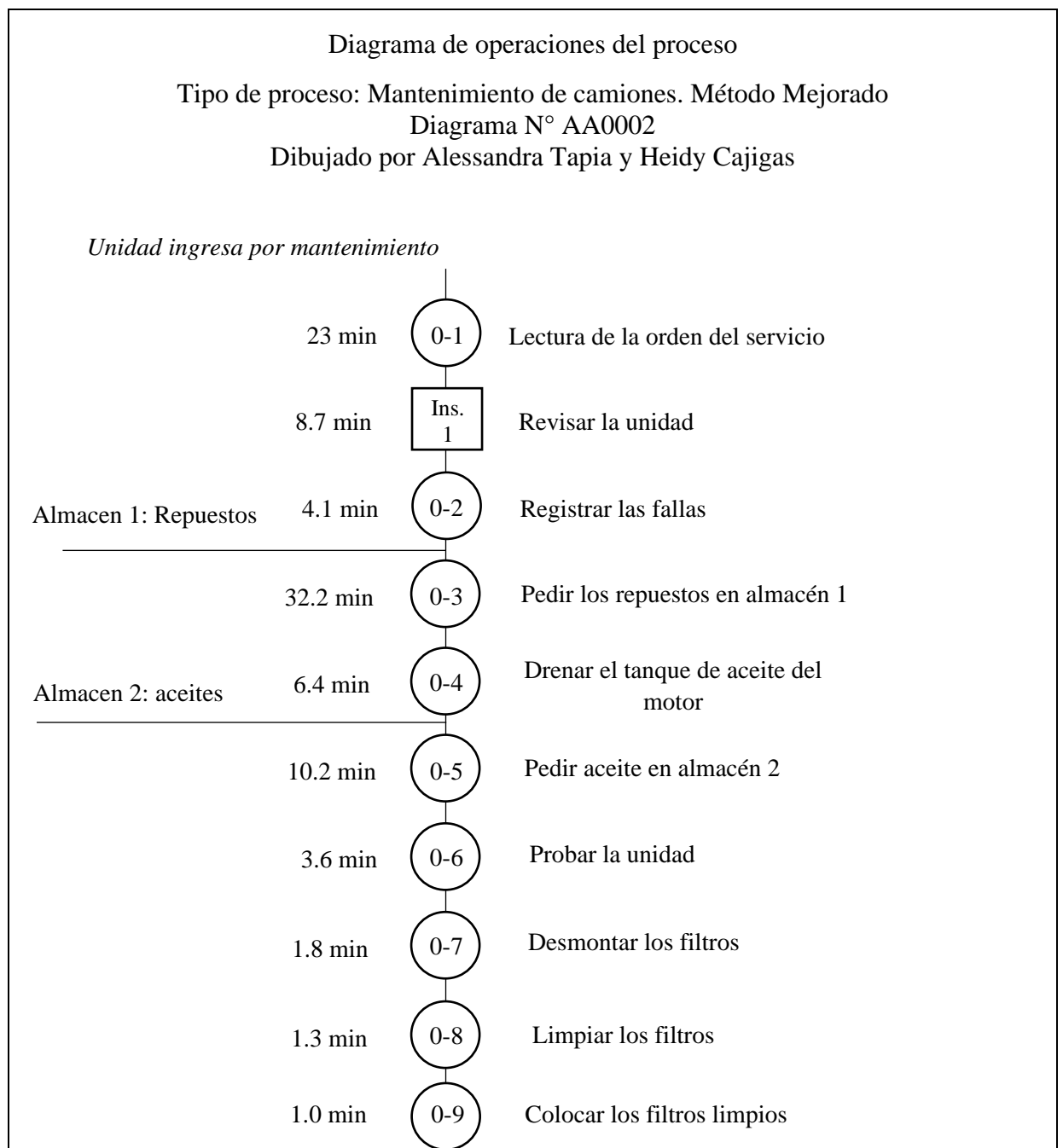
46. **Colocar la tapa del tanque de aceite de corona:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite de corona, ya que terminó de drenar el aceite, tomando 1.2 min.
47. **Enmarcar con spray los tapones:** El técnico procede a enmarcar con spray los tapones, tomando un tiempo de 1.1 min.
48. **Abrir la tapa del tanque de aceite de corona:** El técnico procede a abrir la tapa del tanque de aceite de corona, en un tiempo de 1.3 min.
49. **Llenar el tanque de aceite de corona:** El técnico procede a llenar el tanque de aceite de corona, lo cual le toma 1.7 min.
50. **Colocar la tapa del tanque de aceite de corona:** Procede el técnico a colocar la tapa del tanque de aceite de corona, ya que terminó de llenar el aceite, tomando 1.4 min.
51. **Probar la unidad:** El técnico procede a subirse al vehículo y arrancar para verificar si la caja se encuentra funcionando de manera correcta, tomándole un tiempo de 2.4 min.
52. **Bajar de la unidad:** Una vez realizada la actividad anterior se baja de la unidad a proseguir con el mantenimiento, tomando un tiempo de 1.1 min.
53. **Llenar de aceite cada eje de las llantas:** El técnico lubrica los ejes de las llantas tomándole un tiempo de 9.9 min.
54. **Revisión general de la unidad:** Dentro de esta actividad el técnico revisa que todo se encuentre funcionando y en buen estado, tomando un tiempo de 2.6 min.
55. **Llevar la unidad al patio:** Llevar el vehículo al patio para que el cliente lo recoja, tomándole un tiempo de 5.5 min
56. **Dirigirse al área de servicios:** El técnico se dirige al área de servicios a informar sobre el servicio, tomándole un tiempo de 3.8 min
57. **Informar al asesor y asistente del área de mantenimiento sobre el servicio realizado:** El técnico informa sobre el mantenimiento de la unidad, las fallas y medidas preventivas al asesor y asistente del área de mantenimiento, para que ellos informen al cliente, tomándole un tiempo de 11.7 min
58. **Dirigirse al taller:** El técnico se dirige al taller para proseguir con otra orden de servicio, y esto le toma 8.1 min.

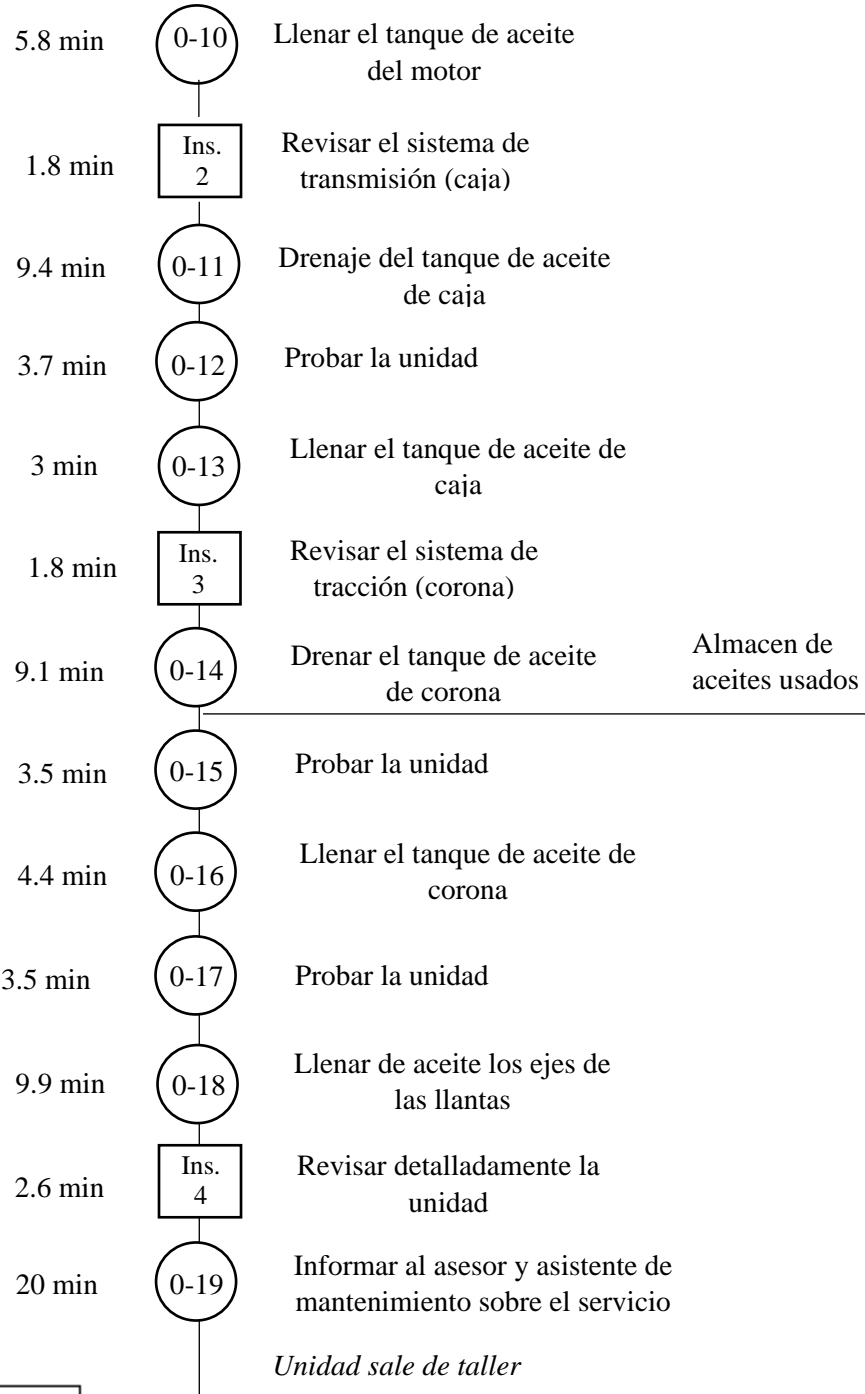
4.4.2.2. Diagrama de operaciones del Proceso (DOP) mejorado

Según la Figura 14. (Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) de Mantenimiento PM1 Mejorado de la Empresa Automotriz Andina S.A), se puede observar que las actividades de la empresa han sido mejoradas, eliminando, sustituyendo o añadiendo etapas que generan valor al proceso de mantenimiento.

Figura 14

Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) de Mantenimiento PM1 Mejorado de la empresa Automotriz Andina S.A





Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo
○	19	165.0
□	4	14.9
Total	25	170.8

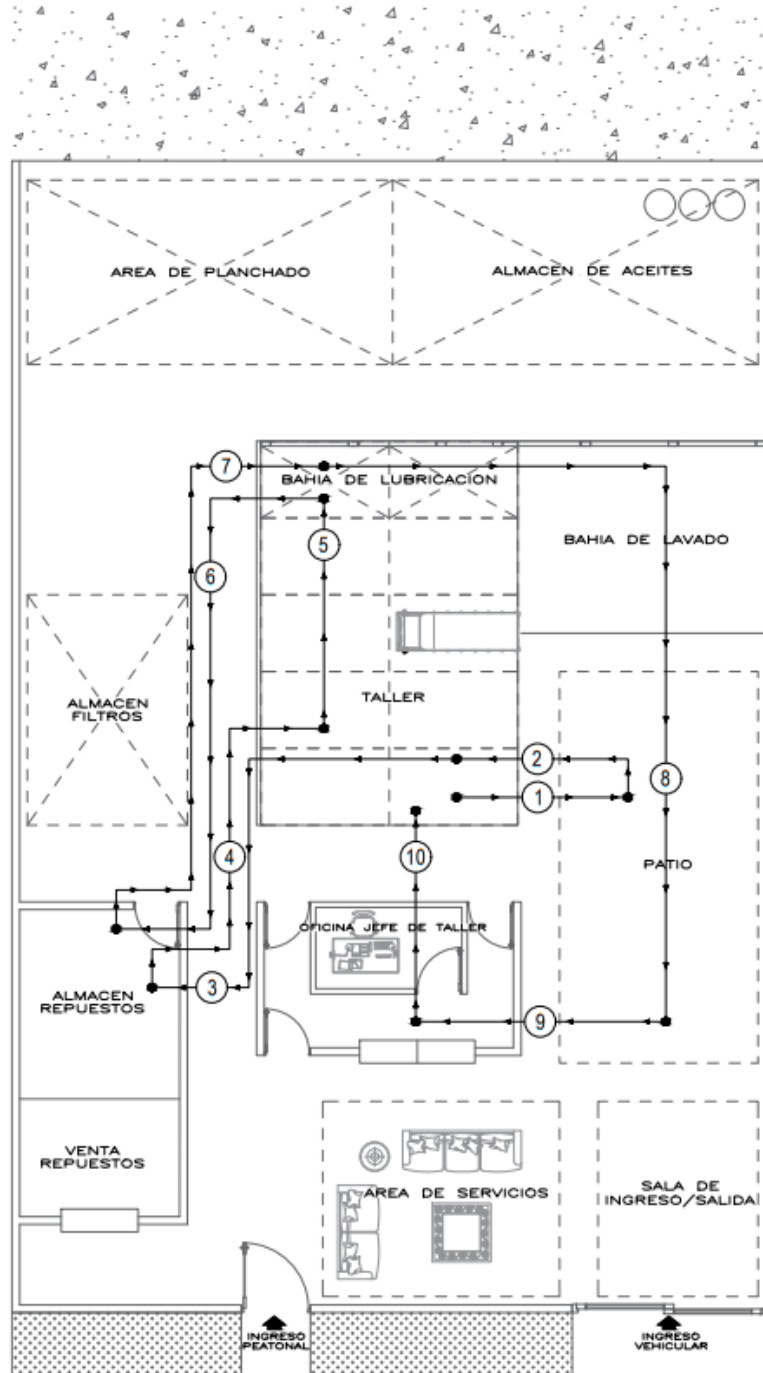


4.4.2.3. Diagrama de recorrido

El nuevo recorrido que el técnico tiene que realizar para el proceso de mantenimiento PM1 se encuentra en la figura 15, Diagrama de Recorrido Mejorado con 13 recorridos al final.

Figura 15.

Diagrama de Recorrido Mejorado



Nota. Dimensión: 15x20.5cm. Escala: 1:150 (1m : 1.50 cm)



4.5. Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Eficiencia del Proceso de Mantenimiento PM1.

4.5.1. Eficiencia inicial

La fórmula para hallar la eficiencia inicial del proceso de mantenimiento PM1 en los meses de marzo, abril y mayo, es el siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ real\ de\ producción}{Tiempo\ total\ de\ producción} \times 100$$

A continuación, se presenta en la Tabla 16. (Eficiencia Promedio Inicial), resumen de lo obtenido en los meses mencionados. El detalle diario se encuentra en el Anexo 2. (Productividad Inicial).

Tabla 17.

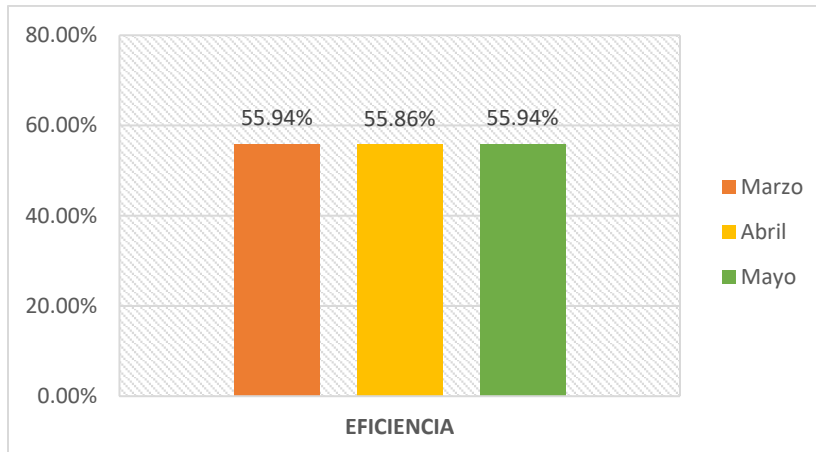
Eficiencia Promedio Inicial

MES	EFICIENCIA
Marzo	55.94%
Abril	55.86%
Mayo	55.94%
PROMEDIO	55.91%

En la Tabla 17. (Eficiencia Promedio Inicial) se observa que el promedio de la eficiencia en los meses marzo, abril y mayo fue de 55.91% y en la Figura 16. (Eficiencia Promedio Inicial), se observa que la eficiencia inicial tuvo su porcentaje más bajo en el mes de abril con un 55.86%.

Figura 16.

Eficiencia Promedio Inicial



4.5.2. Eficiencia final

Luego de la aplicación de la mejora en el proceso de mantenimiento PM1, se presenta en la Tabla 18. (Eficiencia Promedio Final), el resumen de la eficiencia final obtenida en los meses de septiembre, octubre y noviembre. El detalle diario de se encuentra en el Anexo 3. (Productividad Final.)

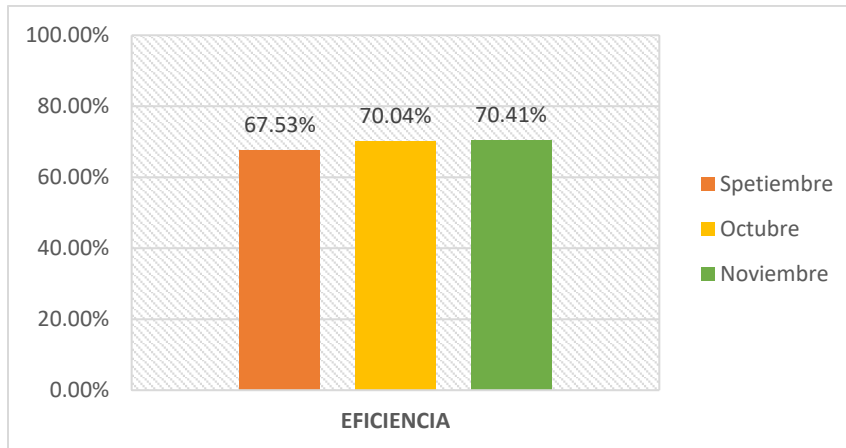
Tabla 18.

Eficiencia Promedio Final

MES	EFICIENCIA
Septiembre	67.53%
Octubre	70.04%
Noviembre	70.41%
PROMEDIO	69.32%

En la Tabla 18. (Eficiencia Promedio Final)se observa que el promedio general de la eficiencia alcanzo el 69.32% como también se muestra que la eficiencia final tuvo su incremento más alto en materia porcentual en el mes de noviembre con un 70.41%.

Figura 17.
Eficiencia Promedio Final



4.5.3. Variación de la eficiencia

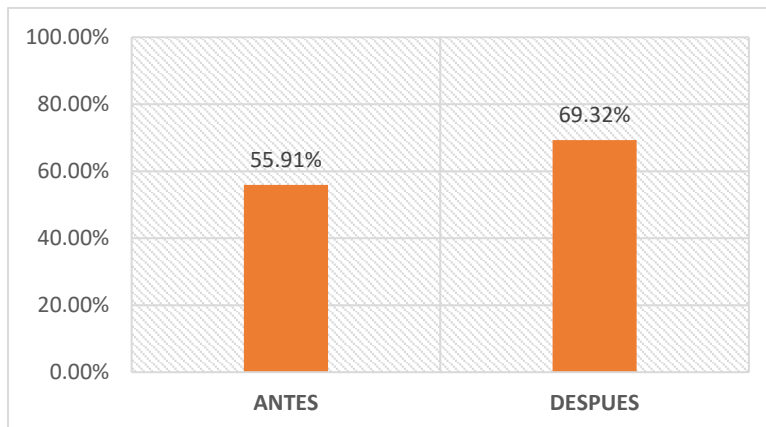
Se procedió a comparar los resultados antes y después de la aplicación de la mejora del Tiempo Estándar.

Tabla 19.
Variación de la Eficiencia

	EFICIENCIA
ANTES – Tabla 16	55.91%
DESPUES – Tabla 17	69.32%
INCREMENTO	13.41%

Según la tabla 19.(Variación de la Eficiencia), existe un incremento en el índice de eficiencia de un 13.41%. las barras porcentuales de la Figura 18. (Variación de la Eficiencia) demuestran el incremento de la eficiencia en un antes y después.

Figura 18.
Variación de la Eficiencia



Nota. Elaboración propia

A continuación, en la tabla 20 (Análisis Estadístico Descriptivo de la Eficiencia)

Se tiene la información estadística de la eficiencia, en donde la media de la eficiencia pre test es 55.91%, mientras que el post test tiene un promedio de 69.32%, pudiendo observarse el incremento de 13.41% en la tabla 19. (Variación de la Eficiencia).

Asimismo, se observa en la tabla en mención que según el análisis de dispersión de datos, la desviación estándar es de 0.92 % en el pre test y en el post test, 1.00 %, de la misma manera el valor de la varianza 0.85% en el pre test y 1.01% en el post test, lo que indica que los datos se extienden sobre un rango de valores más amplios.

Tabla 20.
Análisis Estadístico Descriptivo de la Eficiencia

		Estadístico	Error estándar	
Pre test Eficiencia	Media	55,9111	,18119	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	55,5380	
		Límite superior	56,2843	
	Media recortada al 5%	55,9001		
	Mediana	55,9502		
	Varianza	,854		
	Desviación estándar	,92391		
	Mínimo	54,00		
	Máximo	58,09		
	Rango	4,09		
	Rango intercuartil	1,35		
	Asimetría	,222	,456	
	Curtosis	,124	,887	
Post test Eficiencia	Media	69,3249	,19785	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,9175	
		Límite superior	69,7324	
	Media recortada al 5%	69,3280		



Mediana	69,4393	
Varianza	1,018	
Desviación estándar	1,00884	
Mínimo	67,27	
Máximo	71,32	
Rango	4,05	
Rango intercuartil	1,56	
Asimetría	-,065	,456
Curtosis	-,276	,887

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

4.5.4. Análisis de la hipótesis específica

A continuación, se describirá el análisis estadístico inferencial para la comparación de las hipótesis, teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $\rho_v \leq 0.05$, la muestra no contiene una distribución normal, tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_v > 0.05$, la muestra contiene una distribución normal, tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 21.

Tipo de Comportamiento

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T Student
Paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon
No paramétrico	No paramétrico	Wilcoxon

Nota. Tomado de “Acciones metodológicas para la toma de decisiones con el uso de SPSS en la estadística inferencial” por Abreu et al (2021), *Revista Conrado*, 17(1).

Ha: La determinación del Tiempo Estándar mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina” S.A., Cusco, 2021.

Ho: La determinación del Tiempo Estándar no mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la “Empresa Automotriz Andina” S.A., Cusco, 2021.



Tabla 22.
Prueba de Normalidad - Eficiencia

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Eficiencia	,085	26	,200*	,991	26	,998
Post test Eficiencia	,104	26	,200*	,983	26	,935

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Tal cual se muestra en la Tabla 22. (Prueba de Normalidad – Eficiencia), la significancia de la eficiencia pre test y post test es mayor a 0.05, y según la regla de decisión presenta un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el T-student, considerando un $\alpha = 5$ con una confiabilidad del 95, para la Tabla 23 (Estadística de Muestras Emparejadas – Eficiencia) y 24 (Prueba de Muestras Emparejadas – Eficiencia).

Tabla 23.
Estadística de Muestras Emparejadas - Eficiencia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Pre test Eficiencia	55,9111	26	,92391	,18119
	Post test Eficiencia	69,3249	26	1,00884	,19785

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Por lo que, según la Tabla 23 (Estadística de Muestras Emparejadas – Eficiencia), la eficiencia en el pre test es de 55.91 y en el post test, 69.32. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.



Tabla 24.
Prueba de Muestras Emparejadas – Eficiencia

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia						
			Inferior	Superior					
Par	Pre test								
1	Eficiencia								
	Promedio -	-13,41	1,17321	,23009	-13,887	-12,9399	-58,29	25	,000
	Post test								
	Eficiencia								
	Promedio								

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, según la Tabla 24 (Prueba de Muestras Emparejadas – Eficiencia), el nivel de significancia es de 0.00 por lo que es menor a 0.05, debido a la regla de decisión, se puede señalar que la hipótesis nula es rechazada y se acepta a hipótesis alternativa.

4.6. Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Eficacia del Proceso de Mantenimiento PM1

4.6.1. Eficacia inicial

La fórmula para hallar la eficacia del proceso de mantenimiento PM1 durante los meses de marzo, abril y mayo, es la siguiente:

$$Eficacia = \frac{Operaciones\ reales}{Operaciones\ programadas} \times 100$$

A continuación, se presenta en la Tabla 25. (Eficacia Promedio Inicial) el resumen de lo obtenido en los meses mencionados. El detalle diario se encuentra en el Anexo 2. Productividad Inicial.



Tabla 25.

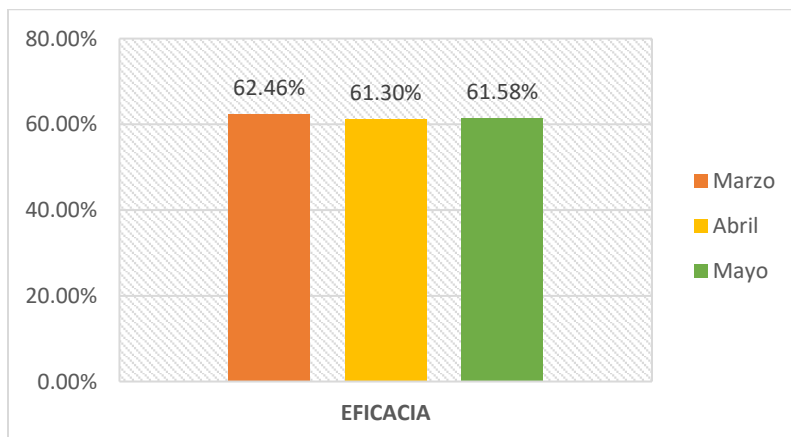
Eficacia Promedio Inicial

MES	EFICACIA
Marzo	62.40%
Abril	61.30%
Mayo	61.58%
PROMEDIO	61.76%

En la Tabla 25. (Productividad Inicial), se observa que el promedio de la eficacia en los meses marzo, abril y mayo fue de 61.76% y en la Figura 19.(Eficacia promedio inicial), se observa que la eficacia inicial tuvo su porcentaje más bajo en el mes de abril con un 61.30%.

Figura 19.

Eficacia Promedio Inicial



4.6.2. Eficacia final

Luego de la aplicación de la mejora, se presenta en la Tabla 25 (Eficacia Promedio Final) el resumen de la eficacia final obtenida en los meses de septiembre, octubre y noviembre. El detalle diario de se encuentra en el Anexo 3, (Productividad Final).

En la Tabla 26. (Eficacia Promedio Final) se observa que el promedio de la eficacia fue de 93.75% y en la Figura 20. (Eficacia Promedio Final) se observa que el porcentaje mas alto se tuvo en el mes de noviembre con un 94.51%.



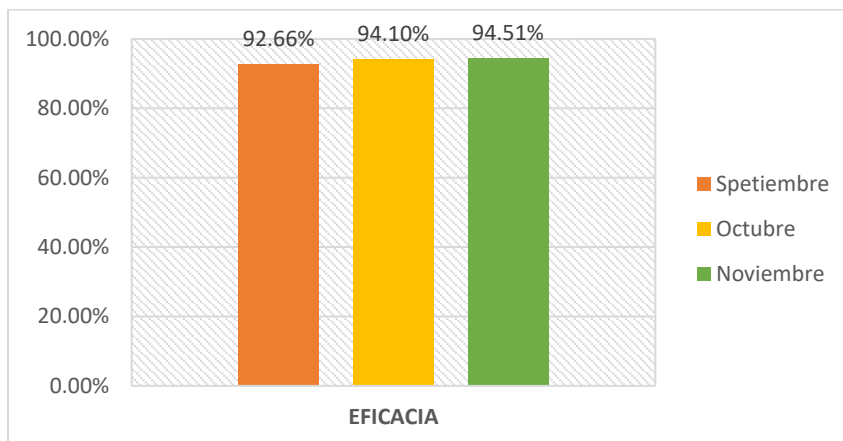
Tabla 26.

Eficacia Promedio final

MES	EFICACIA
Septiembre	92.66%
Octubre	94.10%
Noviembre	94.51%
PROMEDIO	93.75%

Figura 20.

Eficacia promedio final



4.6.3. Variación de la eficacia

Se procedió a comparar los resultados antes y después de la aplicación de la mejora del Tiempo Estándar.

Tabla 27.

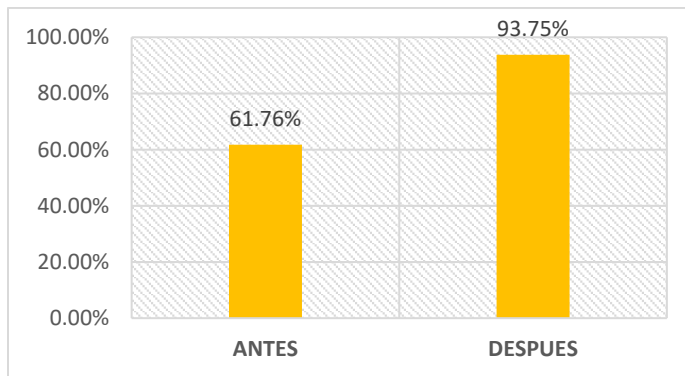
Variación de la eficacia

	EFICACIA
ANTES	61.76%
DESPUES	93.75%
INCREMENTO	32.00%

Según la tabla 27 (Variación de la Eficacia) y figura 21 (Análisis de la Productividad), señala que existe un incremento porcentual en el índice de la eficacia, de un 32%, pasando de un 61.76% a un 93.75%.

Figura 21.

Análisis de la Productividad



A continuación, en la tabla 28 (Análisis estadístico descriptivo de la Eficacia) se muestra el análisis estadístico descriptivo de la eficacia:

Tabla 28.

Análisis Estadístico Descriptivo de la Eficacia

			Estadístico	Error estándar
Pre test Eficacia	Media		61,7572	,12793
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	61,4937	
		Límite superior	62,0207	
	Media recortada al 5%		61,7524	
	Mediana		61,8715	
	Varianza		,426	
	Desviación estándar		,65234	
	Mínimo		60,40	
	Máximo		63,27	
	Rango		2,87	
	Rango intercuartil		,93	
	Asimetría		,077	,456
	Curtosis		-,056	,887
	Post test Eficacia	Media		93,7549
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	93,3546	
		Límite superior	94,1552	
Media recortada al 5%			93,7463	
Mediana			93,7413	
Varianza			,982	
Desviación estándar			,99101	
Mínimo			92,16	
Máximo			95,47	
Rango			3,31	
Rango intercuartil			1,62	
Asimetría			,133	,456
Curtosis			-1,063	,887

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

En la Tabla 28.(Análisis estadístico descriptivo de la Eficacia); se tiene la información estadística de la eficacia, en donde la media de la eficacia pre test es 61.76%,



mientras que el post test, tiene un promedio de 93.75%, observándose un incremento porcentual del 32%.

Asimismo, se observa que según el análisis de dispersión de datos, la desviación estándar es de 0.65 en el pre test y en el post test, 0.99, de la misma manera, el valor de la varianza 0.42 en el pre test y 0.98 en el post test, lo que indica que los datos se extienden sobre un rango de valores más amplio.

4.6.4. Análisis de la hipótesis específica

A continuación, se describirá el análisis estadístico inferencial para la comparación de las hipótesis, teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $\rho_v \leq 0.05$, la muestra no contiene una distribución normal, tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_v > 0.05$, la muestra contiene una distribución normal, tienen un comportamiento paramétrico.

Ha: La determinación del Tiempo Estándar mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa Automotriz Andina S.A., Cusco 2021.

Ho: La determinación del Tiempo Estándar no mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa Automotriz Andina S.A., Cusco 2021.

Tabla 29.

Prueba de Normalidad - Eficacia

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Eficacia	,130	26	,200*	,982	26	,919
Post test Eficacia	,108	26	,200*	,954	26	,288

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Tal cual se muestra en la Tabla 29 (Prueba de Normalidad -Eficacia), la significancia de la eficacia pre test y post test es mayor a 0.05, y según la regla de decisión presenta un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el T-student, considerando un $\alpha = 5$ con una confiabilidad del 95, para la Tabla 30 (Prueba de Normalidad -Eficacia), y tabla 31 (Prueba de Muestras Emparejadas – Eficacia)



Tabla 30.

Estadística de Muestras Emparejadas - Eficacia

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 2	Pre test Eficacia	61,7572	26	,65234	,12793
	Post test Eficacia	93,7549	26	,99101	,19435

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Por lo que, según la Tabla 30. Estadística de Muestras Emparejadas – Eficacia, la eficacia en el pre test es de 61.76 y en el post test, 93.75. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 31.

Prueba de Muestras Emparejadas – Eficacia

		Prueba de muestras emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
					95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior Superior					
Par 2	Pre test Eficacia Promedio - Post test Eficacia Promedio	-31,99	1,05065	,20605	-32,422	-31,5733	-155,2	25	,000

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, según la Tabla 31. (Prueba de Muestras Emparejadas – Eficacia), el nivel de significancia es de 0.00 por lo que es menor a 0.05, debido a la regla de decisión se puede señalar que la hipótesis nula es rechazada y se acepta a hipótesis alternativa.



4.7. Determinación de la Medida en que el Tiempo Estándar Mejora la Productividad del Proceso de Mantenimiento PM1

4.7.1. Productividad inicial

La productividad fue medida en base a la Eficiencia y Eficacia del proceso de mantenimiento durante los meses de marzo, abril y mayo, por lo cual se aplica la fórmula:

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

A continuación, se presenta en la Tabla 32. (Productividad Promedio Inicial), es el resumen de lo obtenido en los meses mencionados. El detalle diario se encuentra en el Anexo 2. (Productividad Inicial)

Tabla 32.

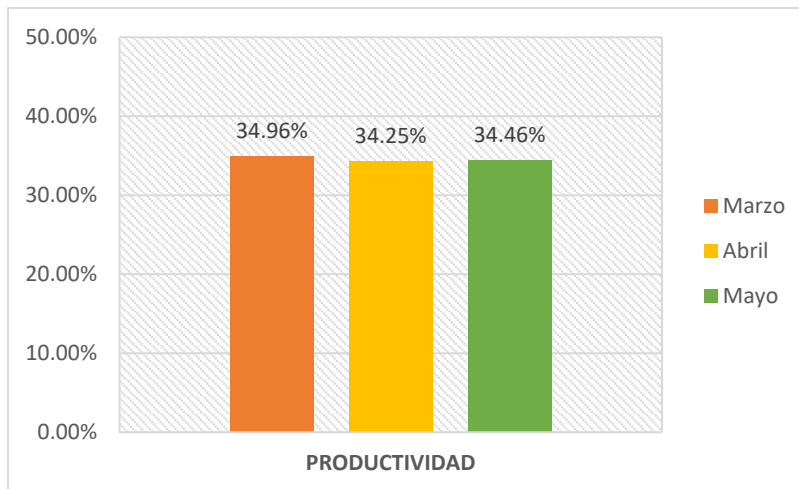
Productividad Promedio Inicial

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Marzo	55.94%	62.46%	34.96%
Abril	55.86%	61.30%	34.25%
Mayo	55.94%	61.58%	34.46%
PROMEDIO	55.91%	61.78%	34.56%

En la Tabla 32. (Productividad Promedio Inicial) se observa que el promedio de la productividad en los meses marzo, abril y mayo fue de 34.56% y en la Figura 22. (Productividad Promedio Inicial) se observa que la productividad inicial tuvo su porcentaje más bajo en el mes de abril con un 34.25%.

Figura 22.

Productividad Promedio Inicial



Nota. Elaboración propia

4.7.2. Productividad final

Luego de la aplicación de la mejora, se presenta en la Tabla 33. (Productividad Promedio Final) obtenida en los meses de septiembre, octubre y noviembre. El detalle diario de se encuentra en el Anexo 3. (Productividad Final).

Tabla 33.

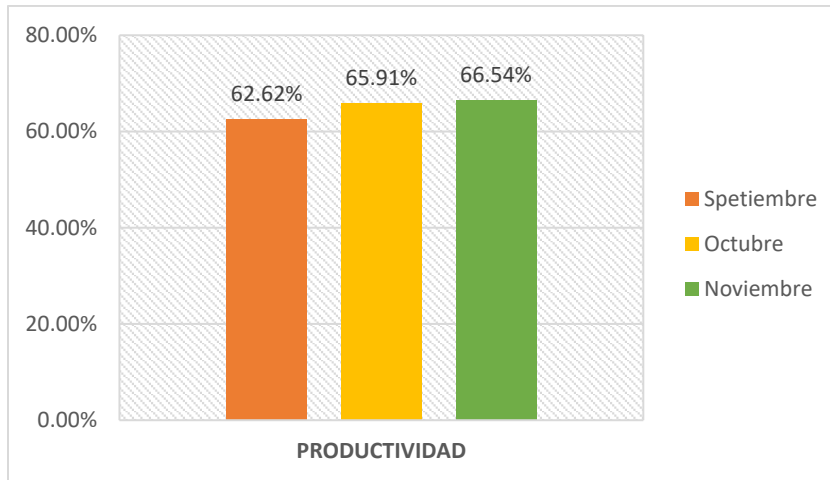
Productividad Promedio Final

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Septiembre	67.53%	92.66%	62.62%
Octubre	70.04%	94.10%	65.91%
Noviembre	70.41%	94.51%	66.54%
PROMEDIO	69.32%	93.75%	65.03%

En la Tabla 33 (Productividad Promedio Final), se observa que el promedio de la productividad fue de 65.03% y en la Figura 23 (Productividad Promedio Final), se observa que tuvo su porcentaje más alto en el mes de noviembre con un 66.54%.



Figura 23.
Productividad Promedio Final



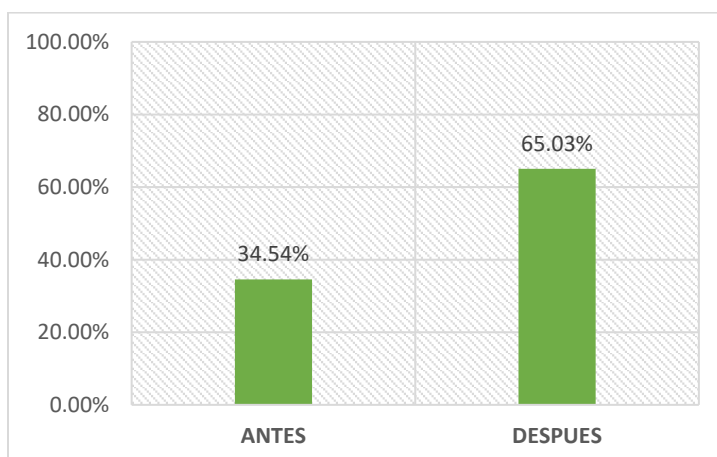
4.7.3. Variación de la productividad

Se procedió a comparar los resultados antes y después de la aplicación de la mejora del Tiempo Estándar.

Tabla 34.
Variación de la Productividad

PRODUCTIVIDAD	
ANTES – Tabla 31	34.54%
DESPUES – Tabla 32	65.03%
INCREMENTO	30.48%

Figura 24.
Análisis de la Productividad





Según la Tabla 34 (Variación de la Productividad) y figura 24. (Análisis de la Productividad), señalan que existe un incremento porcentual en el índice de productividad, de un 30.48%, pasando de un 34.54% a un 65.03%.

En la Tabla 35, (Análisis Estadístico Descriptivo de la Productividad) se tiene la información estadística de la productividad, en donde la media de la productividad pre test es 34.54%, mientras que el post test, tiene un promedio de 65,03%, observándose un incremento porcentual de 30.48%.

Asimismo, se observa que según el análisis de dispersión de datos, la desviación estándar es de 0.82 en el pre test y en el post test 1.52, de la misma manera el valor de la varianza 0.67 en el pre test y 2.32 en el post test, lo que indica que los datos se extienden sobre un rango de valores más amplios.

Tabla 35.
Análisis estadístico descriptivo de la Productividad

		Estadístico	Error estándar	
Pre test Productividad	Media	34,5438	,16126	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34,2117	
		Límite superior	34,8759	
	Media recortada al 5%	34,5179		
	Mediana	34,4869		
	Varianza	,676		
	Desviación estándar	,82229		
	Mínimo	32,98		
	Máximo	36,76		
	Rango	3,78		
	Rango intercuartil	,92		
	Asimetría	,472	,456	
	Curtosis	1,121	,887	
Post test Productividad	Media	65,0261	,29925	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	64,4098	
		Límite superior	65,6424	
	Media recortada al 5%	65,0190		
	Mediana	65,1357		
	Varianza	2,328		
	Desviación estándar	1,52590		
	Mínimo	62,24		
	Máximo	67,99		
	Rango	5,75		
	Rango intercuartil	2,11		
	Asimetría	,046	,456	
	Curtosis	-,509	,887	

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS



4.7.4. Análisis de la hipótesis general

A continuación, se describirá el análisis estadístico inferencial para la comparación de las hipótesis, teniendo en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $\rho_v \leq 0.05$, la muestra no contiene una distribución normal, tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $\rho_v > 0.05$, la muestra contiene una distribución normal, tienen un comportamiento paramétrico.

Ha: La determinación del tiempo estándar mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la Empresa Automotriz Andina S.A., Cusco 2021.

Ho: La determinación del tiempo estándar no mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la Empresa Automotriz Andina S.A., Cusco, 2021.

Tabla 36.

Prueba de normalidad - Productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre test Productividad	,096	26	,200*	,972	26	,684
Post test Productividad	,131	26	,200*	,972	26	,671

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Tal cual se muestra en la Tabla 36.(Prueba de normalidad – Productividad), la significancia de la productividad pre test y post test es mayor a 0.05, y según la regla de decisión presenta un comportamiento paramétrico, por lo que se utilizó el T-student, considerando un $\alpha = 5\%$ con una confiabilidad del 95%, para la Tabla 37 (Estadística de muestras emparejadas - Productividad) y la tabla 38 (Prueba de muestras emparejadas – Productividad)



Tabla 37.

Estadística de muestras emparejadas - Productividad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 3	Pre test Productividad Promedio	34,5438	26	,82229	,16126
	Post test Productividad Promedio	65,0261	26	1,52590	,29925

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Por lo que, según la Tabla 37. (Estadística de muestras emparejadas – Productividad), la productividad en el pre test es de 34.54 y en el post test, 65.03. Se obtiene de esta manera que $H_a: \mu_{pa} < \mu_{pd}$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 38.

Prueba de muestras emparejadas – Productividad

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 3	Pre test Productividad - Post test Productividad	-30,48	1,52507	,29909	-31,098	-29,8663	-101,9	25	,000

Nota. La información fue obtenida al procesar los datos en el Programa SPSS

Se tiene en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula

Por lo tanto, según la Tabla 38. (Prueba de muestras emparejadas – Productividad), el nivel de significancia es de 0.00 por lo que es menor a 0.05, debido a la regla de decisión, se puede señalar que la hipótesis nula es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Hallazgos

5.1.1. Referido al Objetivo Estratégico 1: Eficiencia

Para el desarrollo del objetivo estratégico 1, se determinó la Eficiencia Inicial en base a los tiempos de producción, obteniéndose un resultado de promedio en un 55.91% en los meses de marzo, abril y mayo. Por ello con la finalidad de incrementar este porcentaje, se halló el Tiempo Estándar Inicial de 257 min., de los cuales se identificaron que solo el 62.7% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso. Siguiendo con un análisis de todas las actividades y con la mejora del Diagrama de Operación de Procesos DOP y diagrama de recorrido, el tiempo estándar final es de 170.8 min., de los cuales se identificaron que el 77.6% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso, de esta manera la eficiencia final se incrementó a un 69.32% en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

De acuerdo al análisis estadístico inferencial, la hipótesis “La determinación del Tiempo Estándar no mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1 de la “Empresa Automotriz Andina S.A”., Cusco, 2021”, aceptandose la hipótesis con una significancia del 0.000

5.1.2. Referido al Objetivo Estratégico 2: Eficacia

Para el desarrollo del objetivo Estratégico 2, se determinó la Eficacia Inicial en base a las operaciones realizadas, obteniéndose como resultado el promedio del 61.78% en los meses de marzo, abril y mayo. Con la finalidad de incrementar este porcentaje, se halló el Tiempo Estándar Inicial de 257 min, de los cuales se identificaron que solo el 62.7% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso. Siguiendo con un análisis de todas las actividades y con la mejora del Diagrama de Operación de Procesos DOP y diagrama de recorrido, el tiempo estándar final es de 170.8 min, de los cuales se identificaron que el 77.6% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso, de esta manera la eficacia final se incrementó en un 93.75 % en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

De acuerdo al análisis estadístico inferencial, la hipótesis “La determinación del tiempo estándar no mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la Empresa Automotriz Andina S.A., Cusco, 2021” aceptandose la hipótesis con una significancia del 0.000



5.1.3. Referido al Objetivo General: Productividad

Para el desarrollo del objetivo general, se determinó la “Productividad Inicial en base a la eficiencia y eficacia, obteniéndose como resultado el promedio del 34.56% en los meses de marzo, abril y mayo. Con la finalidad de incrementar este porcentaje, se halló el Tiempo Estándar Inicial de 257 min., de los cuales se identificaron que solo el 62.7% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso. Siguiendo con un análisis de todas las actividades y con la mejora del Diagrama de Operaciones de Procesos DOP y el diagrama de recorrido, el tiempo estándar final es de 170.8 min, de los cuales se identificaron que el 77.6% son tiempos de actividades que añaden valor al proceso, de esta manera la productividad se incrementó a un 65.03%.

De acuerdo al análisis estadístico inferencial, la hipótesis “La determinación del Tiempo Estándar no mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la Empresa Automotriz Andina S.A., Cusco, 2021” aceptándose la hipótesis con una significancia de 0.00%.

5.2. Limitaciones

La única limitación que se presentó en el trabajo de investigación, fue la falta de acceso a toda la información de la organización empresarial para su funcionamiento, debido a la falta de coordinación oportuna entre las jefaturas de las áreas administrativas y del taller.

5.3. Comparación

5.3.1. Comparacion de Productividad

- En el presente estudio de investigación sobre la comparación de productividad, fue medida a través de la eficiencia y la eficacia, al igual que Mejia (2018) en su trabajo titulado “Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad del área de Taller en la empresa ICA S.A. Callao, 2018” obtuvo una reducción del tiempo estándar de 27.23% y un incremento de 8.7% en las actividades que añaden valor. Sin embargo, según Supe (2019) en su trabajo titulado “Estudio de los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en la fabricación de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser en la ciudad de Ambato en el año 2018”, utilizó como dimensiones los productos terminados y los recursos utilizados (materia prima). Observando las posiciones de Mejia y Supe y según el proceso a medir, se puede deducir que la productividad puede ser medida de diferentes maneras así como determinar las



actividades que añaden valor y el Tiempo Estándar, aportando también con un diagrama de recorrido y diagrama de operaciones.

- Sacha (2018), en su trabajo de investigación “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil”, contrastó su hipótesis (La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el área de producción de la empresa textil Sirius Sport.) que la aplicación del estudio de trabajo mejora la productividad a través del programa SPSS, donde utilizó un método paramétrico “T-Student” para muestras relacionadas y según su significancia. De la misma manera, se contrastó la hipótesis para esta investigación y se usó el mismo método, señalando que la determinación del “Tiempo Estándar” mejora la productividad, siendo aceptada esta hipótesis.
- La aplicación del “Tiempo Estándar” fue un estímulo que ayudó a incrementar la productividad, en la cual se aplicó un nuevo procedimiento de trabajo como DOP final que incrementó las actividades que añaden valor en un 10.4%, asimismo, el tiempo estándar del proceso disminuyó en un 33.5%.
- Cabe mencionar que los investigadores Bustamante y Rodríguez (2018), en su trabajo de investigación titulado “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar SAC, 2017”, obtuvieron una reducción del Tiempo Estándar en un 17.46%.

5.3.2. Comparación de Eficiencia

En este aspecto sobre la comparación de la Eficiencia y gracias a la aplicación del tiempo estándar, aumento la eficiencia en un porcentaje del 13.41%. También demuestran el incremento los investigadores Mejía (2018), Bustamante y Rodríguez (2018), quienes obtuvieron respectivamente un incremento del 35.6% y 2.7%. Sin embargo, la aplicación del estímulo en ambos trabajos fue diferente, no solo se analizó y determinó el tiempo estándar, sino en el caso de Mejía (2018) realizó un cambio de proveedores de acuerdo a su problemática.

Los diferentes estímulos que cada autor utiliza en su trabajo de investigación dependen mucho de la problemática presentada, por lo tanto en el presente estudio el análisis de las actividades y el diagrama de recorrido fueron fundamentales al momento de mejorar la productividad. También se aceptó la hipótesis que indica que la determinación del Tiempo



Estándar mejora la eficiencia del proceso a través del Programa SPSS. Cabe señalar que el investigador Sacha (2018), también utilizó el mismo programa SPSS y además contrastó su hipótesis de la Eficiencia, siendo ésta una dimensión de su variable de productividad para ser aceptada su hipótesis.

5.3.3. Comparación de Eficacia

La comparación de la eficacia, fue dada a través de la investigación a los registros de las ordenes de servicios realizadas y programadas, hallándose un incremento del 32 % que viene a ser de la resultante de la Eficacia Final con la Eficacia inicial.

Los investigadores, Bustamante y Rodríguez (2018), se guiaron del total de unidades producidas, por el total de operarios, obteniendo de igual manera un incremento en la comparación de la eficacia.

Se aceptó la hipótesis que indica que la determinación del Tiempo Estándar mejora la eficacia del proceso a través del Programa SPSS, de tal manera que el investigador Sacha (2018), también utilizó el mismo programa y contrastó la hipótesis de la comparación de la eficacia, entonces, siendo la hipótesis de Sacha considerada como una dimensión de su variable productividad y por ende aceptada.

5.4. Posibles líneas de investigación

- Mejora ergonómica para reducir los factores de riesgo y la mejora de la interacción entre el trabajador, para incrementar la productividad.
- Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la calidad en los servicios brindados



CONCLUSIONES

Conclusión 1.

La reestructuración de un nuevo plan, del “Tiempo Estándar” para su aplicación y funcionamiento según a lo señalado en la Figura 14. (Diagrama de Operaciones de Proceso DOP del mantenimiento mejorado de la Empresa Automotriz Andina S.A) ayudará ostensiblemente a la cifra porcentual del 34.56 % alcanzado en la productividad inicial del proceso de mantenimiento PM1 en la “Empresa Automotriz SA” Cusco 2021.

La aplicación de este nuevo plan que incluye además el análisis de las actividades, diagrama de recorrido, determinación del Tiempo Estándar diagrama de operaciones de procesos mejorados y diagrama de análisis de operaciones, dieron como resultado generar el incremento en el índice de actividades que añaden valor que representa el 14.9 % y de manera general los cambios incrementaron la productividad final a un 65.03%, para lograr obtener finalmente un importante incremento diferenciado del 30.48%

Asimismo con el programa SPSS, se pudo determinar que se acepta la hipótesis general respecto a la “determinación del Tiempo Estándar mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa Automotriz Andina S.A., Cusco, 2021.”

Conclusión 2:

Considerando la aplicación del nuevo plan reestructurado mencionado en la conclusión anterior, cabe señalar que antes de la aplicación del nuevo Tiempo Estándar la eficiencia inicial se había alcanzado un 55.91%. Con la aplicación del nuevo tiempo estándar la eficiencia final se obtuvo un 69.32%, observándose un incremento del 13.41%.

Asimismo, con el programa SPSS se pudo determinar que se acepta la hipótesis específica (determinación del Tiempo Estándar mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la Empresa Automotriz Andina S.A., Cusco, 2021.)



Conclusión 3:

Tomando en siempre en cuenta la aplicación del nuevo plan reestructurado, cabe señalar que antes de la aplicación del nuevo Tiempo Estándar la “Eficacia Inicial” se había alcanzado un 61.78%. con la aplicación del nuevo tiempo estándar, la Eficacia Final se obtuvo un 93.75%, observándose un incremento porcentual de un 32%.

Asimismo con el programa SPSS se pudo determinar que se acepta la hipótesis específica “determinación del Tiempo Estándar mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la empresa automotriz Andina S.A., Cusco, 2021.

Conclusión Final.

Habiéndose analizado en las conclusiones denotadas anteriormente, sobre el rol importante y el resultado final de los trabajos de investigación relacionados con la aplicación del Tiempo Estándar para mejorar la productividad, eficiencia y eficacia, en esta ultima conclusión es muy importante señalar la aplicación del Diagrama de Operaciones de Procesos DOP, sobre las actividades que realiza el personal técnico a cargo de los talleres de mantenimiento de la “Empresa Automotriz Andina” S.A. 2021.

Aplicando el diagrama de operaciones de proceso con los indicadores establecidos antes de la reestructuración, en los trabajos realizados del PM1 inicial, se realizó 67 actividades en un tiempo considerado de 257 min. Aplicando el nuevo plan reestructurado del Tiempo Estándar, eficiencia y eficacia y el diagrama de operación de procesos, el PM1 final se realizó un total de 58 actividades en un tiempo considerado de 170.8 min.

Resaltando las actividades realizadas y el logro del tiempo reducido en el desarrollo del PM1 se llega a la siguiente conclusión:

- Actividad realizada anterior: 67 – tiempo: 257.00 minutos
- Actividad realizada actual: 58 – tiempo : 170.8 minutos
- Diferencias: 09 actividades reducidos y 86.2 minutos disminuidos.

Finalmente, los indicadores señalados en el párrafo anterior demuestran claramente la mejora en la productividad del proceso de mantenimiento PM1 en la “Empresa Automotriz Andina” S.A.



RECOMENDACIONES

Luego de haberse recorrido un largo camino de proceso de investigación, sorteando dificultades para la obtención de datos estadísticos netamente empresariales para la marcha administrativa y un adecuado control sobre los procesos de mantenimiento que atañen a la Empresa Automotriz Andina SA para brindar un excelente servicio a su selecta clientela se recomienda al Gerente General de la empresa las siguiente acciones:

- La correcta y precisa aplicación de la metodología 5S en el almacén, con la finalidad de mejorar el proceso de la búsqueda y obtención de repuestos y aceites, para el proceso de mantenimiento
- La capacitación periódica al personal que labora en el área del taller en los diferentes niveles, brindándole los cursos actualizados sobre el proceso de mantenimiento para lograr mantener en sitial alto la productividad de la empresa en el rubro de servicios.
- Programar charlas de motivación para todo el personal que labora en la Empresa Automotriz Andina S.A. a fin de mantener la eficacia en el cumplimiento de sus funciones que redunden de manera positiva en la excelente imagen institucional de la Empresa.
- Realizar una inspección ocular inopinada para verificar que los talleres de mantenimiento realicen sus labores, sujetándose estrictamente al seguimiento de los indicadores de productividad.



REFERENCIAS

- Abreu, M., Velasqu ez, M., & Velasqu ez, D. (2021). Acciones metodológicas para la toma de decisiones con el uso de SPSS en la estadística inferencial. *Revista Conrado*, 17(1). <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1757/1733>
-  guila, L., Matos, J., Simales, L., & García, X. (2019). Consolidar el valor responsabilidad desde la asignatura metodología de la investigación y Estadística. *Revista Edumecentro*, 11(3), 131-144. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742019000300131
- Andrade, A., Del Rio, C., & Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información Tecnológica*, 30(3). Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n3/0718-0764-infotec-30-03-00083.pdf>
- Anguera, M., Blanco, A., Lozada, J., & Sánchez, P. (2016). Nueva perspectiva de los mixed methods desde la observación directa e indirecta en Ciencias del Comportamiento: Transformación de datos cualitativos para su análisis cuantitativo. *Investigación cualitativa en ciencias sociales*, 3. <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2016/article/view/945/928>
- Aranguren, D., & Gómez, E. (2020). Herramientas tecnológicas para la verificación de datos en la Notaria Pública Municipio San carlos Estado Cojedes. *Revista Científica Gerens*, 54-64. <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/gerens/volumen7/Art%C3%ADculo%205.pdf>
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2 de Junio de 2016). El protocolo de investigación III. *Revista alerg a México*, 63(2). <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Asociación Automotriz del Perú. (Enero de 2020). *Informe del sector automotor*. <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/diciembre-2019/Informe-Diciembre-2019.pdf>
- Assumpcao, A. (25 de enero de 2018). *Indústria automotiva apresenta balan o de 2018 e proje oes para 2019. Associa o Internacional de Administradores de Frotas e de Mobilidade*. <https://br.aiafa.com/industria-automotiva-apresenta-balan o-de-2018-e-proje oes-para-2019/>
- Azuero, A. (2019). Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación. *Revista arbitrada interdisciplinaria Koinonía*, 4(8). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062667>
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería industrial* (2da ed.). Grupo Editorial Patria. <https://todoproyecto.files.wordpress.com/2021/03/introduccion-a-la-ingenieria-industrial-gabriel-baca.pdf>



- Badillo, J., & Rozo, C. (2019). México en la cadena global de valor de la industria automotriz. *ECONOMÍAunam*, 16(48). <http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v16n48/1665-952X-eunam-16-48-121.pdf>
- Bello, D., Murrieta, F., & Cortes, C. (2020). Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia Administrativa*, 1(1). <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/01CA2020-01.pdf>
- Bodachea, M. (2015). *Aportación de la industria del automóvil al crecimiento económico de España e impacto de las tendencias actuales en el sector*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
<https://www.comercioexterior.ub.edu/tesina/tesinasaprobadas/1415/TesinaBordachevaMarina.pdf>
- Bustamante, M., & Rodríguez, R. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar SAC, 2017*. [Tesis de titulación, Universidad Señor de Sipán].
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5067/Bustamante%20Ric%20o%20%26%20Rodriguez%20Balcazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabrera, P. (2021). Datos administrativos agregados y estimación a partir de muestras no probabilísticas. *Revista Internacional Sociología*, 79(1).
doi:<https://doi.org/10.3989/ris.2021.79.1.19.350>
- Cardona, M., Castrillón, O., & Tinoco, H. (2017). Determinación del Método Óptimo de Operaciones de Ensamble Bimanual con el Algoritmo de Dijkstra (o de Caminos Mínimos). *Información tecnológica*, 28(4).
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S0718-07642017000400015&lng=es&tlng=es
- Carvalho, J., Magalhaes, A., Vasconcelos, P., Soares, A., & Da Silva, A. (2019). Study of times and movements in the service sector: an analysis in a beauty salon. *Independent Journal of management y production*, 10(2).
<http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/842/1021>
- Derteano, E. (1 de enero de 2018). *Entrevista a Edwin Derteano, presidente de la AAP, durante el encuentro automotor AAP 2018*. Asociación Automotriz del Perú.
<https://aap.org.pe/entrevista-a-edwin-derteano-presidente-de-la-aap-durante-el-encuentro-automotor-aap-2018/>
- Doimeadiós, Y., & Rodríguez, E. (2015). Un análisis comparado de eficiencia y eficacia en el sector público en Cuba. *Economía y desarrollo*, 155(2).
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F4255%2F425543135004.pdf&clen=597367
- Espinoza, E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista conrado*, 15(69). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442019000400171&script=sci_arttext&tlng=pt



- Feria, H., Matilla, M., & Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? *La entrevista y la encuesta*. <http://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992/997>
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación*. Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Gamarra, G. (2017). *Rediseño de los procesos productivos en el área de acabados de la CIA Universal Textil para aumentar la productividad*. [Tesis de titulación, Universidad Mayor de San Marcos]. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6612/Gamarra_dg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Henríquez, G., Cardona, D., Rada, J., & Robles, N. (2018). Medición de Tiempos en un Sistema de Distribución bajo un Estudio de Métodos y Tiempos. *Información tecnológica*, 29(6). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642018000600277&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Hernandez, C., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1). doi:<https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill. Interamericana Editores S.A.
- Jana, P., & Tiwari, M. (2017). *Industrial Engineering in apparel manufacturing*. Tara Art Printers Pvt. <https://books.google.com.pe/books?id=jdTVDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=work+study+industrial+engineering+book&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjC6Oy-57PwAhUXrJUCHQnTAooQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=work%20study%20industrial%20engineering%20book&f=true>
- Juez, J. (2020). *Productividad Externa, como ser más eficiente, producir mas y mejor*. <https://books.google.com.pe/books?id=2YznDwAAQBAJ&pg=PT3&dq=productivida&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwii4rm51fTWAhXgIbkGHQWIAoUQ6AEwAHoECAkQAg#v=onepage&q=productividad&f=false>
- Kuswati, Y. (2019). Motivation Role in Improving Work Effectiveness. *Budapest International research and Critics Institute*, 2(4). <https://bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/636>
- Ludwikowska, K. (2018). The effectiveness of training needs analysis and its relation to employee efficiency. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznanskiej*, 1(77). doi:<https://sin.put.poznan.pl/publications/details/i33014>
- Martín, S., & Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. *Investigación bibliotecológica*, 31(71), 151-180.



http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2017000100151

- Mayorga, D., Castro, L., Pérez, J., & Gusqui, C. (2021). Implementacion de un banco para calibración de cronómetros utilizando un oscilador de elemento base rubidio. *Revista científico-profesional*, 6(3), 1158-1180. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926879>
- Mejia, C. (2018). *Aplicación del Estudio de Trabajo para mejorar la Productividad del área de Taller en la Empresa ICA S.A. callao, 2018*. [Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22896/Mejia_DCB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moktadir, A., Ahmed, S., Tuj-Zohra, F., & Suitana, R. (2017). Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh. *Industrial Engineering & Management*, 6(207). https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61227263/Productivity_Improvement_by_Work_Study_a_case_of_leather_industry20191115-68428-h9jtc2.pdf?1573829733=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DProductivity_Improvement_by_Work_Study_T.pdf&Expires=1
- Montaño, K., Preciado, J., Robles, J., & Chávez, L. (2018). Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 28(52). doi:<http://dx.doi.org/10.24836/es.v28i52.579>
- Montero, L., Canales, E., Luna, R., Mallqui, J., Muro, R., Santillana, P., . . . Gutiérrez, J. (2018). Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017. *Revista Científica EPigmalión*, 1. https://www.unjfsc.edu.pe/facultades/ing_indust_sistema/Epigmalion/contenidos/Vol1 Num1-Articulo06.pdf
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). Ediciones de la U. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una poblacion a estudio. *International journal of Morphology*, 35(1). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-95022017000100037&script=sci_arttext
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones. https://books.google.com.pe/books?id=S6YwDgAAQBAJ&dq=ingenier%C3%ADa+de+m%C3%A9todos:+Movimientos+y+tiempos.&hl=es&source=gbs_navlinks_s



- Piza, N., Amaiquema, F., & Beltrán, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*, 15(70). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442019000500455&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rojas, M., Jaimes, L., & Valencia, M. (2017). Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Espacios*, 39(6). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>
- Romero, J. (Abril de 2017). *Ingeniería de métodos*. Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3344/4/DO_FIN_108_GL_A0244_2018.pdf
- Ruiz, F., Molina, P., & Contreras, J. (2020). Actitudes para estadísticas descriptivas e seu ensino em futuros professores. *Cadernos de Pesquisa*, 50(178). doi: <https://doi.org/10.1590/198053146821>
- Rupay, E. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la fabricación de Garruchas de bronce*, SERMEFIT S.A.C, 2017. [Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1856/Rupay_CE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sacha, Y. (2018). *Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/826/Sacha%20P%c3%a9rez%20Yasmina%20Roc%c3%ado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar, K., Arroyave, A., Ovalle, A., Ocampo, O., Ramírez, C., & Oliveros, C. (2016). Tiempos en la recolección manual tradicional de café. *Ingeniería Industrial*, 37(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1815-59362016000200002&tlng=es&tlng=es
- Subaeva, A., Nizamutdinov, M., Mavlieva, L., & Kalimullin, M. (2020). Labor productivity in digital agriculture. *Ecosciences*, 17(1). https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/01/bioconf_fies2020_00226/bioconf_fies2020_00226.html
- Supe, M. (2019). *Estudio de los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en la fabricación de tapas de alcantarillado en la empresa Fundi Laser en la ciudad de Ambato en el año 2018*. [Tesis de titulación, Universidad Tecnológica Indoamérica]. http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1149/1/SUPE_MENA_ERIKA_AL_EXANDRA-.pdf
- Vera, J., Castaño, R., & Torres, Y. (2018). *Fundamentos de metodología de la investigación científica*. Ediciones Grupo Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/274/3/libro.pdf>
- Vides, E., Díaz, L., & Gutiérrez, J. (2017). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. *Revista I+D en TIC*, 8(1). <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identic/article/view/2939>



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema Principal ¿De qué manera la determinación del tiempo estándar mejorará la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021?	Objetivo General Determinar en qué medida el tiempo estándar mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	Hipótesis General La determinación del tiempo estándar mejora la productividad del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	Independiente		TIPO cuantitativo
Problemas Específicos ¿De qué manera la determinación del tiempo estándar mejorará la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021?	Objetivos Específicos Determinar en qué medida el tiempo estándar mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	Hipótesis Específicos La determinación del tiempo estándar mejora la eficiencia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	Tiempo estándar	Índice de actividades que añaden valor Número de muestras Tiempo normal Tiempo estándar	DISEÑO Pre-experimental NIVEL Descriptiva MÉTODO Analítico
¿De qué manera la determinación del tiempo estándar mejorará la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021?	Determinar en qué medida el tiempo estándar mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	La determinación del tiempo estándar mejora la eficacia del proceso de mantenimiento PM1, de la EMPRESA AUTOMOTRIZ ANDINA S.A., Cusco, 2021.	Dependiente		TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Observación directa (procedimientos actualizados) Análisis documental (stock de repuestos)
			Productividad	Índice de eficiencia Índice de eficacia	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS Análisis descriptivo Análisis inferencial



Anexo 2. Productividad Inicial

PRODUCTIVIDAD - MARZO							
Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/03/2021	146.4	255.1	19	30	57.39%	62.72%	35.99%
2/03/2021	140.1	256.3	19	30	54.66%	62.43%	34.12%
3/03/2021	136.7	259.1	19	30	52.76%	61.75%	32.58%
4/03/2021	149.2	252.0	19	30	59.21%	63.49%	37.59%
6/03/2021	146.8	254.5	19	30	57.68%	62.87%	36.26%
7/03/2021	137.9	264.4	18	30	52.16%	60.51%	31.56%
8/03/2021	138.9	251.5	19	30	55.23%	63.62%	35.14%
9/03/2021	141.4	257.3	19	30	54.96%	62.18%	34.17%
10/03/2021	143.2	245.1	20	30	58.43%	65.28%	38.14%
11/03/2021	141.5	259.0	19	30	54.63%	61.78%	33.75%
13/03/2021	146.3	262.6	18	30	55.71%	60.93%	33.94%
14/03/2021	140.9	254.1	19	30	55.45%	62.97%	34.92%
15/03/2021	139.7	260.4	18	30	53.65%	61.44%	32.96%
16/03/2021	138.9	245.9	20	30	56.49%	65.07%	36.75%
17/03/2021	146.0	263.2	18	30	55.47%	60.79%	33.72%
18/03/2021	146.5	249.3	19	30	58.76%	64.18%	37.71%
20/03/2021	146.4	261.7	18	30	55.94%	61.14%	34.20%
21/03/2021	150.3	245.5	20	30	61.22%	65.17%	39.90%
22/03/2021	143.9	265.1	18	30	54.28%	60.35%	32.76%
23/03/2021	142.6	255.8	19	30	55.75%	62.55%	34.87%
24/03/2021	149.1	260.1	18	30	57.32%	61.51%	35.26%
25/03/2021	141.9	259.7	18	30	54.64%	61.61%	33.66%
27/03/2021	143.3	260.1	18	30	55.09%	61.51%	33.89%
28/03/2021	138.5	251.0	19	30	55.18%	63.75%	35.17%
29/03/2021	142.7	256.5	19	30	55.63%	62.38%	34.70%
30/03/2021	150.2	265.2	18	30	56.64%	60.33%	34.17%
PROMEDIO					55.94%	62.40%	34.92%

Nota. Elaboración propia



PRODUCTIVIDAD - ABRIL

Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/04/2021	145.3	253.3	19	30	57.36%	63.17%	36.23%
2/04/2021	148.1	256.6	19	30	57.72%	62.35%	35.99%
3/04/2021	140.8	272.1	18	30	51.75%	58.80%	30.43%
5/04/2021	140.9	257.7	19	30	54.68%	62.09%	33.95%
6/04/2021	149.4	269.1	18	30	55.52%	59.46%	33.01%
7/04/2021	146.5	262.0	18	30	55.92%	61.07%	34.15%
8/04/2021	141.7	261.3	18	30	54.23%	61.23%	33.21%
9/04/2021	148.3	263.5	18	30	56.28%	60.72%	34.17%
10/04/2021	149.5	265.1	18	30	56.39%	60.35%	34.04%
12/04/2021	141.9	253.8	19	30	55.91%	63.04%	35.25%
13/04/2021	147.5	258.6	19	30	57.04%	61.87%	35.29%
14/04/2021	142.7	253.9	19	30	56.20%	63.02%	35.42%
15/04/2021	148.5	255.5	19	30	58.12%	62.62%	36.40%
16/04/2021	145.4	261.4	18	30	55.62%	61.21%	34.05%
17/04/2021	145.8	254.8	19	30	57.22%	62.79%	35.93%
19/04/2021	150.1	254.9	19	30	58.89%	62.77%	36.96%
20/04/2021	141.9	269.2	18	30	52.71%	59.44%	31.33%
21/04/2021	141.8	265.1	18	30	53.49%	60.35%	32.28%
22/04/2021	148.3	260.3	18	30	56.97%	61.47%	35.02%
23/04/2021	148.5	272.1	18	30	54.58%	58.80%	32.09%
24/04/2021	142.7	269.4	18	30	52.97%	59.39%	31.46%
26/04/2021	148.9	262.7	18	30	56.68%	60.91%	34.52%
27/04/2021	144.4	263.4	18	30	54.82%	60.74%	33.30%
28/04/2021	148.1	259.5	18	30	57.07%	61.66%	35.19%
29/04/2021	145.7	255.8	19	30	56.96%	62.55%	35.63%
30/04/2021	148.0	258.9	19	30	57.16%	61.80%	35.33%
PROMEDIO					55.86%	61.30%	34.25%

Nota. Elaboración propia



PRODUCTIVIDAD - MAYO

Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/05/2021	140.8	264.3	18	30	53.27%	60.54%	32.25%
3/05/2021	146.3	261.7	18	30	55.90%	61.14%	34.18%
4/05/2021	147.1	255.9	19	30	57.48%	62.52%	35.94%
5/05/2021	141.9	263.2	18	30	53.91%	60.79%	32.77%
6/05/2021	149.2	263.4	18	30	56.64%	60.74%	34.41%
7/05/2021	149.1	254.8	19	30	58.52%	62.79%	36.75%
8/05/2021	139.7	257.9	19	30	54.17%	62.04%	33.61%
10/05/2021	142.5	264.2	18	30	53.94%	60.56%	32.66%
11/05/2021	147.3	258.6	19	30	56.96%	61.87%	35.24%
12/05/2021	142.4	260.0	18	30	54.77%	61.54%	33.70%
13/05/2021	147.4	263.2	18	30	56.00%	60.79%	34.04%
14/05/2021	144.5	266.5	18	30	54.22%	60.04%	32.55%
15/05/2021	148.2	263.0	18	30	56.35%	60.84%	34.28%
17/05/2021	140.9	260.3	18	30	54.13%	61.47%	33.27%
18/05/2021	149.2	256.6	19	30	58.14%	62.35%	36.26%
19/05/2021	144.1	254.5	19	30	56.62%	62.87%	35.60%
20/05/2021	146.4	259.1	19	30	56.50%	61.75%	34.89%
21/05/2021	144.3	262.1	18	30	55.06%	61.05%	33.61%
22/05/2021	146.5	258.6	19	30	56.65%	61.87%	35.05%
24/05/2021	144.7	267.3	18	30	54.13%	59.86%	32.40%
25/05/2021	142.8	253.6	19	30	56.31%	63.09%	35.53%
26/05/2021	140.9	254.8	19	30	55.30%	62.79%	34.72%
27/05/2021	147.2	258.5	19	30	56.94%	61.90%	35.25%
28/05/2021	150.0	256.9	19	30	58.39%	62.28%	36.36%
29/05/2021	148.2	261.2	18	30	56.74%	61.26%	34.76%
31/05/2021	147.4	256.7	19	30	57.42%	62.33%	35.79%
PROMEDIO					55.94%	61.58%	34.46%

Nota. Elaboración propia



Anexo 3. Productividad Final

PRODUCTIVIDAD - SEPTIEMBRE							
Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/09/2021	116.3	177.1	27	30	65.67%	90.34%	59.33%
2/09/2021	120.2	168.2	29	30	71.46%	95.12%	67.98%
3/09/2021	116.8	179.1	27	30	65.21%	89.34%	58.26%
4/09/2021	117.4	166.7	29	30	70.43%	95.98%	67.60%
6/09/2021	118.3	178.0	27	30	66.46%	89.89%	59.74%
7/09/2021	118.2	174.1	28	30	67.89%	91.90%	62.39%
8/09/2021	115.9	170.8	28	30	67.86%	93.68%	63.57%
9/09/2021	120.4	177.3	27	30	67.91%	90.24%	61.28%
10/09/2021	115.7	166.9	29	30	69.32%	95.87%	66.46%
11/09/2021	113.9	168.8	28	30	67.48%	94.79%	63.96%
13/09/2021	117.4	180.1	27	30	65.19%	88.84%	57.91%
14/09/2021	117.3	173.2	28	30	67.73%	92.38%	62.56%
15/09/2021	113.8	166.4	29	30	68.39%	96.15%	65.76%
16/09/2021	113.3	178.2	27	30	63.58%	89.79%	57.09%
17/09/2021	114.0	165.4	29	30	68.92%	96.74%	66.67%
18/09/2021	114.3	172.6	28	30	66.22%	92.70%	61.39%
20/09/2021	113.9	174.5	28	30	65.27%	91.69%	59.85%
21/09/2021	116.0	172.4	28	30	67.29%	92.81%	62.45%
22/09/2021	117.3	165.7	29	30	70.79%	96.56%	68.36%
23/09/2021	116.2	168.2	29	30	69.08%	95.12%	65.72%
24/09/2021	118.1	179.1	27	30	65.94%	89.34%	58.91%
25/09/2021	115.5	179.3	27	30	64.42%	89.24%	57.48%
27/09/2021	114.4	180.0	27	30	63.56%	88.89%	56.49%
28/09/2021	118.3	170.9	28	30	69.22%	93.62%	64.81%
29/09/2021	119.1	168.6	28	30	70.64%	94.90%	67.04%
30/09/2021	118.1	169.2	28	30	69.80%	93.33%	65.15%
PROMEDIO					67.53%	92.66%	62.62%

Nota. Elaboración propia



PRODUCTIVIDAD - OCTUBRE

Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/10/2021	120.8	171.7	28	30	70.36%	93.19%	65.56%
2/10/2021	120.5	167.8	29	30	71.81%	95.35%	68.47%
4/10/2021	121.2	171.9	28	30	70.51%	93.08%	65.63%
5/10/2021	118.7	167.6	29	30	70.82%	95.47%	67.61%
6/10/2021	119.9	167.6	29	30	71.54%	95.47%	68.30%
7/10/2021	117.3	166.8	29	30	70.32%	95.92%	67.46%
8/10/2021	116.8	172.1	28	30	67.87%	92.97%	63.10%
9/10/2021	119.2	170.7	28	30	69.83%	93.73%	65.45%
11/10/2021	117.5	169.9	28	30	69.16%	94.17%	65.13%
12/10/2021	119.1	170.4	28	30	69.89%	93.90%	65.63%
13/10/2021	117.4	171.6	28	30	68.41%	93.24%	63.79%
14/10/2021	121.2	168.1	29	30	72.10%	95.18%	68.63%
15/10/2021	120.8	169.6	28	30	71.23%	94.34%	67.19%
16/10/2021	118.4	171.0	28	30	69.24%	93.57%	64.79%
18/10/2021	116.6	170.4	28	30	68.43%	93.90%	64.25%
19/10/2021	118.5	172.6	28	30	68.66%	92.70%	63.64%
20/10/2021	121.1	171.1	28	30	70.78%	93.51%	66.19%
21/10/2021	116.8	170.4	28	30	68.54%	93.90%	64.36%
22/10/2021	120.0	171.4	28	30	70.01%	93.35%	65.36%
23/10/2021	116.9	170.9	28	30	68.40%	93.62%	64.04%
25/10/2021	118.3	172.5	28	30	68.58%	92.75%	63.61%
26/10/2021	119.6	166.7	29	30	71.75%	95.98%	68.86%
27/10/2021	120.0	165.9	29	30	72.33%	96.44%	69.76%
28/10/2021	120.1	169.6	28	30	70.81%	94.34%	66.81%
29/10/2021	121.1	173.3	28	30	69.88%	92.33%	64.52%
30/10/2021	118.6	170.0	28	30	69.76%	94.12%	65.66%
PROMEDIO					70.04%	94.10%	65.91%

Nota. Elaboración propia



PRODUCTIVIDAD - NOVIEMBRE

Fecha	Tiempo real de producción x servicio	Tiempo total de producción x servicio	Operaciones reales	Operaciones programadas	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1/11/2021	116.8	169.8	28	30	68.79%	94.23%	64.82%
2/11/2021	118.4	167.5	29	30	70.69%	95.52%	67.52%
3/11/2021	117.3	168.4	29	30	69.66%	95.01%	66.18%
4/11/2021	119.1	168.5	28	30	70.68%	94.96%	67.12%
5/11/2021	123.2	171.3	28	30	71.92%	93.40%	67.18%
6/11/2021	119.7	167.9	29	30	71.29%	95.29%	67.94%
8/11/2021	118.2	170.8	28	30	69.20%	93.68%	64.83%
9/11/2021	120.0	169.9	28	30	70.63%	94.17%	66.51%
10/11/2021	122.1	170.0	28	30	71.82%	94.12%	67.60%
11/11/2021	121.5	169.9	28	30	71.51%	94.17%	67.35%
12/11/2021	115.9	167.6	29	30	69.15%	95.47%	66.02%
13/11/2021	118.8	170.9	28	30	69.51%	93.62%	65.08%
15/11/2021	121.4	168.7	28	30	71.96%	94.84%	68.25%
16/11/2021	117.4	170.2	28	30	68.98%	94.01%	64.84%
17/11/2021	116.4	168.3	29	30	69.16%	95.07%	65.75%
18/11/2021	121.5	166.9	29	30	72.80%	95.87%	69.79%
19/11/2021	120.1	171.2	28	30	70.15%	93.46%	65.56%
20/11/2021	123.0	169.8	28	30	72.44%	94.23%	68.26%
22/11/2021	122.2	169.0	28	30	72.31%	94.67%	68.46%
23/11/2021	119.4	170.3	28	30	70.11%	93.95%	65.87%
24/11/2021	118.8	169.5	28	30	70.09%	94.40%	66.16%
25/11/2021	120.2	167.3	29	30	71.85%	95.64%	68.71%
26/11/2021	117.2	170.2	28	30	68.86%	94.01%	64.73%
27/11/2021	116.9	170.1	28	30	68.72%	94.06%	64.64%
29/11/2021	116.9	168.2	29	30	69.50%	95.12%	66.11%
30/11/2021	116.9	169.9	28	30	68.81%	94.17%	64.80%
PROMEDIO					70.41%	94.51%	66.54%

Nota. Elaboración propia



Anexo 4: Matriz de correlación de causas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	total
C1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
C2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
C4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	2
C5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
C6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C7	0	1	0	1	0	1	1	0	0	2	2	0	7
C8	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	7
C9	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	5
C10	2	2	2	0	2	2	0	1	1	1	2	0	14
C11	0	1	2	2	1	0	0	2	2	0	1	1	11
C12	0	2	2	0	2	1	0	1	1	1	1	1	11

Nota. Elaboración propia